

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#21 Priority
10/25/01
C. N. King



In re the Application of : Osamu NAKAMURA, et al.
Filed : Concurrently herewith
For : INFRARED IMAGING APPARATUS
Serial No. : Concurrently herewith

August 29, 2001

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Attached herewith are Japanese Patent Application No. 2001-049900 of February 26, 2001 whose priority has been claimed in the present application.

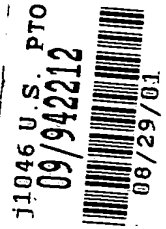
Respectfully submitted

☒ Samson Helfgott
Reg. No. 23,072
☐ Aaron B. Karas
Reg. No. 18,923

HELFGOTT & KARAS, P.C.
60th FLOOR
EMPIRE STATE BUILDING
NEW YORK, NY 10118
DOCKET NO.: FUJM 18.964
BHU:priority

Filed Via Express Mail
Rec. No.: EL639693953US
On: August 29, 2001
By: Brendy Lynn Belony
Any fee due as a result of this paper, not covered
by an enclosed check may be charged on Deposit Acct.
No. 08-1634.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-049900

出 願 人

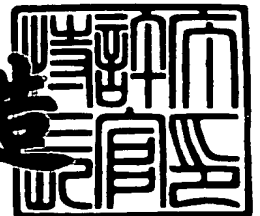
Applicant(s):

富士通株式会社

2001年 4月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3032162

【書類名】 特許願

【整理番号】 0001148

【提出日】 平成13年 2月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 05/33

【発明の名称】 赤外線撮像装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 中村 理

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 下前 弘樹

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 蒲田 政樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075384

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 昂

【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001764

特 2 0 0 1 - 0 4 9 9 0 0

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 赤外線撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学系と複数の赤外線検知素子と該複数の赤外線検知素子を収容する容器とを有するカメラヘッドにより撮像された画像データのシェーディング補正をする赤外線撮像装置であって、

均一シーンを撮像したとき前記画像データに含まれるシーン成分が一定となるように光学系シェーディング成分を補正して感度補正画像データを作成する第 1 補正部と、

前記赤外線検知素子毎に、前記光学系及び前記容器より放射される赤外線によるハウジングシェーディング成分を補正するためのハウジング応答プロファイルを記憶する記憶部と、

前記各赤外線検知素子についての前記感度補正画像データ及び前記ハウジング応答プロファイルに基づいて、ハウジングシェーディング成分を補正してハウジングシェーディング補正画像データを作成する第 2 補正部と、

を具備したことを特徴とする赤外線撮像装置。

【請求項 2】 前記第 2 補正部は、複数の赤外線検知素子についての前記感度補正画像データが該赤外線検知素子についての前記ハウジング応答プロファイルと第 1 定数との積からなるハウジング成分とシーン成分を示す第 2 定数との和であると仮定して、該第 2 定数との和と前記感度補正画像データとの差の二乗の前記複数の赤外線検知素子についての和が最小となる第 1 定数を算出し、前記各赤外線検知素子についての感度補正画像データから該赤外線検知素子についてのハウジング応答プロファイルと前記第 1 定数との積を減算して、ハウジングシェーディング成分を補正することを特徴とする請求項 1 記載の赤外線撮像装置。

【請求項 3】 前記各赤外線検知素子についての前記ハウジング応答プロファイルは、前記カメラヘッドの前方に配置された黒体板の温度が一定条件下で、前記カメラヘッドの温度が第 1 温度のときの該赤外線検知素子についての第 1 画像データと、第 2 温度のときの該赤外線検知素子についての第 2 画像データとの差分データの第 3 定数倍であることを特徴とする請求項 1 記載の赤外線撮像装置

【請求項 4】 前記カメラヘッドの視軸を走査する走査装置と、前記所定領域に位置する各赤外線検知素子についての前記感度補正画像データに対して積分平均化処理をして平滑化画像データを作成する平滑化処理部とを更に具備し、前記第 2 補正部は前記平滑化画像データに基づいて前記第 1 定数を算出することを特徴とする請求項 2 記載の赤外線撮像装置。

【請求項 5】 所定領域に位置する各赤外線検知素子についての前記感度補正画像データに対して積分平均化処理をして平滑化画像データを作成する平滑化処理部と、該各赤外線検知素子の周辺の領域の前記平滑化画像データの平均値と該赤外線検知素子の平滑化画像データとの差分に基づいて前記各赤外線検知素子についての感度補正画像データを補正する第 3 補正部を更に具備したことを特徴とする請求項 1 記載の赤外線撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、赤外線撮像装置に関し、特に、赤外線撮像画像データに含まれるシェーディングの補正に関する。

【0002】

【従来の技術】

全ての物体は、その温度が絶対零度以上であれば物体表面の原子あるいは分子の運動によりその温度に応じた電磁波を放射している。地球上の多くの物体の電磁波放射の最大の波長は赤外線領域にある。この赤外線を検出して画像処理をするのが赤外線撮像装置である。赤外線撮像装置は、受光装置のみで使われることが多く、装置を小形軽量にまとめられることが大きな特徴の一つである。一般にこれを受動方式（パッシブ方式）という。送信装置と受信装置の 1 組ででき上がるシステムを能動方式（アクティブ方式）という。赤外線パッシブ方式は電波レーダのように送信装置を使って電波を放射することがないのでも相手に気づかれずに秘匿性が高いという特徴があり、このため軍用として発展し赤外線技術開発の基礎となってきた。現在は民生品として画像装置を中心として多くの応用装置

が市販されている。赤外線システムの受信装置は、赤外線を検出して電気信号に変換するカメラヘッド、アナログ／デジタル変換するA／D変換器及び各種アプリケーションに応じて、画像処理を画像処理装置等から構成される。

【0003】

図32は、カメラヘッドの一般的構成図である。図32に示すように、カメラヘッド2は、光学系4及び赤外線検知器6より構成される。光学系4はレンズ8及び鏡筒10から構成される。レンズ8は赤外線を集光する。鏡筒10はレンズ8を支持すること及び鏡筒10に入射された赤外線を吸収してノイズの原因となる赤外線反射を阻止することの役割を果たす。赤外線検知器6は、窓12、コールドシールド14、赤外線センサ16、内筒18及び外筒20から構成される。窓12は赤外線を透過する窓である。コールドシールド14は、不要な赤外線が赤外線センサ16に入射することを減らす役割を果たす。赤外線センサ16は、各検知素子により入射赤外線強度に比例したレベルの信号を出力する役割を果たす。内筒18及び外筒20は赤外線センサ16を収納して真空を維持する役割を果たす。

【0004】

図33は、カメラヘッドの構成例を示す図である。図33中のレンズ8は、複数のレンズ8a～8dより構成される。8aはSi、8bはZnSe、8cはGe、8dはSiよりなる。窓12はGe、コールドシールド14は金属板、赤外線センサ16は $Hg_{1-x}Cd_xTe$ や $Pb_{1-x}Sn_xTe$ 等により構成される。内筒18や外筒20はコバルトなどの金属からなる。

【0005】

図34は、図32中の赤外線検知器6の一例を示す図である。赤外線検知器6は、内筒18及び外筒20からなるデュア構造の真空断熱容器を用い、外筒20の一部に窓12を設けると共に、この窓12に対向した内筒18上に赤外線センサ16を搭載する。真空断熱容器の内筒18内に液体窒素のような冷媒を收容するか、或いはジュールトムソン式の冷却装置28を所定温度に冷却して動作させる。赤外線センサ16を取り囲むようにコールドシールド14を配設して、不要な赤外線が赤外線センサ16に入射することを抑制する。赤外線センサ16の電

極とこれらの導体パターンがボンディングワイヤ 2 2 でボンディング接続され、導体パターンがボンディングワイヤ 2 4 でリードピン 2 6 にボンディング接続されている。リードピン 2 6 より赤外線センサ 1 6 で検知された赤外線が電気信号として外部に取り出されるようになっている。リードピン 2 6 より外部に取り出されたアナログ電気信号は、A/D変換器により所定ビットのデジタルデータに変換された後、目標物の追尾や医療用等、画像処理装置により各種画像処理が行われる。

【 0 0 0 6 】

図 3 5 は、コールドシールド 1 4 の役割を示す図である。コールドシールド 1 4 は赤外線センサ 1 6 を囲むように配設されており、内面は黒塗装されており、内面側壁に不要な赤外線が赤外線センサ 1 6 に入射するのを減らすためのバッフル 3 0 が設けられている。赤外線センサ 1 6 面上の A の位置では、符号 3 2 で示される範囲の赤外線がレンズ 8 を通過するように設計されている。尚、図 3 5 中の破線は後述するハウジング成分である。

【 0 0 0 7 】

一般に、カメラヘッド 2 より撮像される画像は、均一な放射輝度分布を有するシーン又は対象物体を撮像したとき、赤外線センサ 1 6 の面上での照度分布が均一にならず、赤外線センサ 1 6 の出力信号が視野位置に対して二次関数分布を示す。これがシェーディングと呼ばれる現象である。こうしたシェーディングが顕著になると、撮像対象のシーン又は対象物体の正確な画像が得られず、撮像目的が達成できなくなる場合がある。撮像装置においてシーン又は対象物体の正確な画像情報を再生するためには赤外線センサ 1 6 の出力信号からシェーディング成分のみを効果的に除去できるシェーディング補正方法が求められている。

【 0 0 0 8 】

図 3 6 は、シェーディングを説明する図である。赤外線撮像装置におけるシェーディングには、光学系シェーディング成分とハウジングシェーディング成分の 2 成分がある。光学系シェーディング成分とは、シーン成分 4 0 が光学系有効開口部分を通して結像する際に、赤外線センサ 1 6 の面上の照度に分布が生じるシェーディングである。ハウジングシェーディング成分は、鏡筒 1 0、内筒 1 8 及び

外筒 2 0（以下、これらをハウジング）自身が放射した赤外線が赤外線センサ 1 6 に入射する成分（ハウジング成分 4 2）に起因して発生するシェーディングである。このハウジングシェーディング成分は可視撮像装置にはない赤外線撮像装置に特有なものであり、このシェーディング成分を如何に効果的に補正するかが赤外線撮像装置におけるシェーディング補正方法の重要な課題となる。尚、ハウジング成分とハウジングシェーディング成分の区別は次の通りである。前者は検知素子に入射する光の内、ハウジングから来るもの。後者は光学系シェーディング成分に対比して使用し、ハウジング成分に起因するシェーディング成分である。

【 0 0 0 9 】

赤外線撮像装置において、ハウジングシェーディング成分に着目したシェーディング補正方法として、以下の技術が知られている。

【 0 0 1 0 】

（１） 特公平 7 - 3 2 4 6 7 号公報（従来技術 1）は、光学系鏡筒の温度を温度センサで測定し、測定した温度データとメモリに格納した各検知素子から鏡筒を見たときの立体角テーブルとからハウジング成分を計算し、この計算結果を画像データから減算することによりハウジングシェーディング成分を補正して、この結果に対してメモリに格納された周辺光量分布データを乗算することにより光学系シェーディング成分を補正することを開示している。

【 0 0 1 1 】

（２） 特許第 2 7 3 1 9 6 号公報（従来技術 2）は、ライン状検知器から出力される画像信号複数ライン分を記憶して、これを各素子毎に積分平均化し、この平均化画像信号を低域フィルタ処理することによりシェーディング成分を抽出し、このシェーディング成分を元の画像信号から除去することを開示している。

【 0 0 1 2 】

（３） 特開平 5 - 2 9 2 4 0 3 号公報（従来技術 3）は、光学系の焦点調整を一時的にずらして画像をぼやけさせることにより、シーンの放射輝度分布が一定でない場合にも各検知素子に均一な赤外線が入射するようにして、そのときの各検知素子の出力を補正用データとして使用することを開示している。

【 0 0 1 3 】

(4) 特開平 5 - 2 9 2 4 0 3 号公報 (従来技術 4) は、撮像装置の視軸を強制的に走査しながら通常撮像時の各検知素子の出力信号を平均化・平滑化し、この平滑化データを利用して、通常撮像時に連続して補正しようということを開示している。この技術は、視軸走査と信号平滑化の組み合わせにより、従来技術 3 の光学系焦点ずれと同様な効果、即ち、シーンの放射輝度分布が一定でない場合にも時間平均的には各検知素子に均一な赤外線が入射したと等価な状態を実現し、補正データを作成しようとするものである。具体的には、平滑化データから作成された校正データにおける各画素の全画素平均値からの偏差を、補正対象画像データから加減算するものである。

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の技術では、以下の課題があった。従来技術 1 は、鏡筒温度測定値と各検知素子から鏡筒を見たときの立体角を用いてハウジング成分を求めているが、鏡筒 1 0 から各検知素子に入射する赤外線に起因するハウジング成分については計算可能な成分が多く比較的正確に補正できるが、窓 1 2、コールドシールド 1 4、内筒 1 8、外筒 2 0 等の赤外線検知器容器に起因するハウジング成分は計算困難な成分が多く、計算では正確な補正はできない。赤外線検知器容器から入射される赤外線に起因するハウジング成分は、通常、鏡筒 1 0 から入射する赤外線に起因するハウジング成分に対して無視できないレベルであるため、従来技術 1 では、ハウジングシェーディング成分を正確には補正できず、正確なシェーディング補正が不可能となる。また、従来技術 1 は、例えば、ミサイルシーカ等の小型・高速応答が要求されるジンバルの可動構造に赤外線撮像装置を搭載する場合に、温度計測のための配線が付加されるため可動部駆動性能を劣化させるという問題もある。

【 0 0 1 5 】

従来技術 2 は、温度計測の必要がなく、通常撮像中の検知素子出力から直接シェーディング成分を抽出しようとするものであり、従来技術 1 での問題点の解決が意図されているが、低域フィルタ処理によっては、正確なシェーディング成分

を抽出できない問題がある。即ち、一般に、シーンから入射する成分には種々の空間周波数成分が混合されており、シェーディング成分とシーン成分を空間周波数によって弁別し、シェーディング成分のみを抽出するのは実際上は困難である。

【 0 0 1 6 】

従来技術 3 は、焦点をずらす操作は撮像装置としての使用目的を一時的に中断することになるという問題点と共に、補正用データを取得したときからハウジング温度やシーン温度が変化すると補正データとしての適合性がなくなるため、正確なシェーディング補正が不可能になるという問題点がある。

【 0 0 1 7 】

従来技術 4 は、シェーディング補正が可能ではあるが、山の稜線などのようにシーン成分に構造的分布があると平滑化データ中にシーン成分の分布が残って均質データとはならず、それが補正演算において画像データ中に反映され、その結果、シーン画像が変質するという問題点がある。

【 0 0 1 8 】

本発明の目的は、シーン温度やハウジング温度が変化しても良好なシェーディング補正を行って、正確なシーン画像の再生を可能とする赤外線撮像装置を提供することである。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明の一側面によれば、光学系と複数の赤外線検知素子と該複数の赤外線検知素子を収容する容器とを有するカメラヘッドにより撮像された画像データのシェーディング補正をする赤外線撮像装置であって、均一シーンを撮像したとき前記画像データに含まれるシーン成分が一定となるように光学系シェーディング成分を補正して感度補正画像データを作成する第 1 補正部と、前記赤外線検知素子毎に、前記光学系及び前記容器より放射される赤外線によるハウジングシェーディング成分を補正するためのハウジング応答プロファイルを記憶する記憶部と、前記各赤外線検知素子についての前記感度補正画像データ及び前記ハウジング応答プロファイルに基づいてハウジングシェーディング成分を補正してハウジング

シェーディング補正画像データを作成する第 2 補正部とを具備したことを特徴とする赤外線撮像装置が提供される。

【 0 0 2 0 】

好ましくは、前記第 2 補正部は、複数の赤外線検知素子についての前記感度補正画像データが該赤外線検知素子についての前記ハウジング応答プロファイルと第 1 定数との積からなるハウジング成分とシーン成分を示す第 2 定数との和であると仮定して、該第 2 定数との和と前記感度補正画像データとの差の二乗の前記複数の赤外線検知素子についての和が最小となる第 1 定数を算出し、前記各赤外線検知素子についての感度補正画像データから該赤外線検知素子についてのハウジング応答プロファイルと前記第 1 定数との積を減算して、ハウジングシェーディング成分を補正する。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態の説明をする前に本発明の原理を説明する。図 1 は本発明の原理図である。図 1 に示すように、赤外線撮像装置は、第 1 補正部 3 4、記憶部 3 6 及び第 2 補正部 3 8 を具備する。第 1 補正部 3 4 には、光学系と複数の赤外線検知素子と該複数の赤外線検知素子を収容する容器とを有するカメラヘッドにより撮像された画像データが入力される。第 1 補正部 3 4 は、均一シーンを撮像したとき画像データに含まれるシーン成分が一定となるように光学系シェーディング成分を補正して、感度補正画像データを作成する。これにより、感度補正画像データから光学系シェーディング成分が補正されて、均一シーンの場合には、シーン成分が全ての赤外線検知素子について同じになる。

【 0 0 2 2 】

記憶部 3 6 には、赤外線検知素子毎に、容器より放射される赤外線によるハウジングシェーディング成分を補正するためのハウジング応答プロファイルが記憶されている。第 2 補正部 3 8 は、各赤外線検知素子についての感度補正画像データ及びハウジング応答プロファイルに基づいてハウジングシェーディング成分を補正してハウジングシェーディング補正画像データを作成する。これにより、ハウジングシェーディング補正画像データからはハウジングシェーディング成分が

補正される。このハウジングシェーディング補正画像データに基づいて、各種画像処理が実施される。そのため、画質が向上する。

【0023】

第1実施形態

図2は本発明の第1実施形態による赤外線撮像装置の構成図であり、図32中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。この赤外線撮像装置は、撮像画像から光学系シェーディング補正及びハウジングシェーディング成分の除去が可能な撮像装置であれば良い。この赤外線撮像装置は、図2に示すように、カメラヘッド2、AD変換器40、シェーディング補正部42及び画像処理装置44を具備する。カメラヘッド2は、図32に示すカメラヘッド2と実質的に同一であるが、本実施形態の赤外線撮像装置は、検知素子の物理位置の違いによる光学系シェーディング成分及びハウジングシェーディング成分の補正を行うものである。AD変換器40は、赤外線センサ16のアナログ画像データを所定ビットのデジタル画像データに変換して、シェーディング補正部42に出力する。デジタル画像データのビット数は、アプリケーションに応じて定められるものである。このとき、デジタル画像データと共にフレームの先頭を示す制御信号及びデジタル画像データに同期したクロック信号が入力される。フレームとは、1画面のデジタル画像データをいう。

【0024】

シェーディング補正部42は、次の機能を有する。(i)感度補正校正データを元に各検知素子についてのデジタル画像データから光学系シェーディング補正をする。ここで、光学系シェーディング補正とは、均一シーン（シーンの輝度レベルが同じであること）が入力されたとき、検知素子の物理位置の違いによる画像信号レベルを補正して、シーン成分のレベルが均一となるようデジタル画像データの補正をすることをいう。(ii)ハウジング応答プロファイルを元に感度補正画像データに含まれるハウジング成分を算出する。(iii)感度補正画像データからハウジングシェーディング成分を補正する。

【0025】

画像処理装置44は、CPU、メインメモリ、ROM、ディスプレイ等を有し

、目標物の追尾や医療用等のアプリケーションに応じた画像処理を行って、ディスプレイに表示等の処理を行う。シェーディング補正部42は、CPU、メインメモリ、ROMにより構成可能であり、画像処理装置44を構成するCPU等のユニットと共有することも可能である。これにより、シェーディング補正部42が容易且つ低コストで実現可能である。

【0026】

図2中の破線により示される、感度補正校正データ作成部46及びハウジング応答プロファイル作成部48は、光学系シェーディング補正及びハウジングシェーディング補正を行うための前準備として赤外線撮像装置の運用前に必要とされる機能を果たす機能部であって、運用中は必ずしも必要とされない機能であり、赤外線撮像装置に搭載しても良いが、本実施形態では、運用中の赤外線撮像装置に搭載せずに別ユニットによって構成している。例えば、ミサイルシーカ等のように軽量化が望まれること、赤外線撮像装置が狭い場所に配設され、感度補正校正データ作成部46及びハウジング応答プロファイル作成部48の機能を赤外線撮像装置に搭載することが困難である場合には、本実施形態のように別ユニットにより機能させる。

【0027】

感度補正校正データ作成部46は、赤外線撮像装置とは別ユニットにより構成され、光学系シェーディング補正（感度補正）のための感度補正校正データを赤外線撮像装置が運用される前に作成する。ハウジング応答プロファイル作成部48は、赤外線撮像装置とは別ユニットにより構成され、ハウジングシェーディング補正をするためのハウジング応答プロファイルを赤外線撮像装置が運用される前に作成する。ハウジング成分は、ハウジング放射パワーに比例する。例えば、シーンの放射パワーが0であると仮定し、ハウジング放射パワーが $W1$ のときの検知素子 i についてのデジタル画像データを HS_{i1} とすると、ハウジング放射パワーが $W2$ のときの検知素子 i についてのデジタル画像データ $HS_{i2} = (W2/W1) \times HS_{i1}$ となり、比例定数 $(W2/W1)$ は、検知素子 i にかかわらず、全検知素子について一定である。よって、カメラヘッド2が任意の温度での検知素子 i のハウジング成分は HS_{i1} の定数倍となる。従って、プロフ

ファイルを各検知素子 i についてのデジタル画像データ H_i の定数倍とすれば良いことが分かるが、実際のプロフィール値及びその物理ディメンションは後述するように計算が容易であることの観点より決定される。

【0028】

図3は、図2中のシェーディング補正部42の構成図である。図3に示すように、シェーディング補正部42は、感度補正演算部52、ハウジング応答プロフィールメモリ56、ハウジング成分強度演算部58、ハウジングシェーディング補正量算出部60及びハウジングシェーディング補正演算部62を有する。感度補正演算部52は、後述するように、感度補正校正データに従って感度補正画像データを作成するが、この感度校正データは赤外線撮像装置の稼動前に図2中の感度補正校正データ作成部46により作成される。

【0029】

感度補正校正データには、オフセット補正校正データ、ゲイン補正校正データ及び平均値データがある。オフセット補正校正データは、各検知素子 i 毎に設定されるものであり、カメラヘッド2の温度が T_a 、均一シーンの温度が T_L のときの、各検知素子 i から出力されたハウジング成分を含むデジタル画像データ L_i である。平均値データは、全検知素子 i に渡る L_i の平均値 L である。ゲイン補正校正データ g_i は、検知素子 i 毎に設定されるものであり、カメラヘッド2の温度 T_a 、均一シーン温度 T_H のときの、各検知素子 i から出力されたハウジング成分を含むデジタルデータ H_i とすると、次式(1)で表される。

【0030】

$$g_i = (H - L) / (H_i - L_i) \quad \dots (1)$$

但し、 H は全検知素子に渡る H_i の平均値、 L は全検知素子に渡る L_i の平均値である。

【0031】

図4は、図3中の感度補正校正データ作成部46の構成例を示す図である。図4に示すように、感度補正校正データ作成部46は、低温均一データ取得部70、高温均一データ取得部72、オフセット補正校正データ作成部74、ゲイン補正校正データ作成部76及び平均値算出部78を有する。図5は、感度補正校正

データ作成方法を示す図である。図 6 は、感度補正校正データ作成フローチャートである。

【 0 0 3 2 】

(a) データ取得処理

感度補正校正データを作成するには、図 5 に示すように、カメラヘッド 2 の前面に黒体板 9 0 を配置する。黒体板 9 0 は、均一シーンを得るための放射体の一例であり、例えば、表面を荒くしたアルミニウム等の金属板に黒体塗料を塗布したものである。温度制御部 9 2 は、黒体板 9 0 の温度を制御するものである。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 2 において、カメラヘッド 2 の温度 T_a 、例えば、 $T_a = 10^{\circ}\text{C}$ 、黒体板 9 0 の温度 T_L 、例えば、 10°C の条件下で、黒体板 9 0 を撮像する。低温均一データ取得部 7 0 は、各検知素子 i の出力レベル L_i を取得してメモリに記憶する。ステップ S 4 において、高温均一データ取得部 7 2 は、カメラヘッド 2 の温度 T_a 、黒体板 9 0 の温度 T_H 、例えば、 30°C の条件下で、黒体板 9 0 を撮像する。高温均一データ取得部 7 2 は、各検知素子 i の出力レベル H_i を取得してメモリに記憶する。

【 0 0 3 4 】

(b) 計算処理

ステップ S 8 において、ゲイン補正校正データ作成部 7 6 は、全ての検知素子 i に渡る L_i の平均値 L を算出する。ステップ S 1 0 において、ゲイン補正校正データ作成部 7 6 は、全ての検知素子 i に渡る H_i の平均値 H を算出する。ステップ S 1 2 において、ゲイン補正校正データ作成部 7 6 は、各検知素子 i について、式 (1) で示すゲイン補正校正データ g_i を算出する。 H_i 、 L_i 、 H 、 L は、ハウジングシェーディング成分を含むが、カメラヘッド 2 の温度 T_a が一定なので、黒体板 9 0 の温度 T_L 、 T_H のときの、ハウジング放射パワーが同じであり、 H_i 及び L_i 並びに H 及び L は、それぞれ同じハウジングシェーディング成分を含むので、 g_i はハウジングシェーディング成分を含まない。

【 0 0 3 5 】

(c) データ書込処理

ステップ S 1 3 において、オフセット補正校正データ作成部 7 4 は、全ての検知素子 i について、出力レベル L_i をオフセット補正校正データメモリ 8 0 に書き込む。ステップ S 1 4 において、ゲイン補正校正データ作成部 7 6 は、検知素子 i についてのゲイン補正校正データ g_i をゲイン補正校正データメモリ 8 2 に書き込む。ステップ S 1 6 において、平均値算出部 7 8 は、平均値 L を平均値格納メモリ 8 4 に書き込む。

【 0 0 3 6 】

図 7 は、図 3 中の感度補正演算部 5 6 の構成図である。図 7 に示すように、感度補正演算部 5 6 は、オフセット補正校正データメモリ 8 0、ゲイン補正校正データメモリ 8 2、平均値格納メモリ 8 4、加算器 9 0、乗算器 9 2 及び加算器 9 4 を有する。図 8 は、感度補正フローチャートである。ステップ S 2 0 において、加算器 9 0 は、AD 変換器 4 0 より図示しないクロックに同期してシリアルに出力される検知素子 i についてのデジタル画像データ $OALL_i$ を入力する。ステップ S 2 2 において、加算器 9 0 は、検知素子 i についてのオフセット補正校正データ L_i をオフセット補正校正データメモリ 8 0 より読み出す。ステップ S 2 4 において、加算器 9 0 は、 $(OALL_i - L_i)$ を計算する。ステップ S 2 6 において、乗算器 9 2 は、検知素子 i についてのゲイン校正補正データ g_i をゲイン補正校正データメモリ 8 2 より読み出す。ステップ S 2 8 において、乗算器 9 2 は、 $(OALL_i - L_i) \times g_i$ を計算する。ステップ S 3 0 において、加算器 9 4 は、平均値メモリ 8 4 から平均値 L を読み出して、画像データ $X_i = ((OALL_i - L_i) \times g_i + L)$ を計算する。尚、平均値 L はオフセット補正校正データ L_i を検知素子 i の全てについて平均化する計算によって作成することもできる。

【 0 0 3 7 】

以下に、画像データ X_i が感度補正されていることを説明する。本発明の説明において、感度補正とは、光学的シェーディング補正及び検知素子の特性バラツキ補正をいい、シーン均一の場合に、シーン成分が検知素子によらずに一定となるような補正をいう。 $OALL_i = SN_i + HS_i$, $L_i = SNL_i + HSL_i$, $L = SNL + HSL$ とする。 SN はシーン成分、 HS はハウジング成分を表す

。 $X_i = (S_{Ni} - S_{NLi}) \times g_i + S_{NL} + (H_{Si} - H_{SLi}) \times g_i + H_{SL}$ となる。 g_i はハウジングシェーディング成分を含まないので、 $((S_{Ni} - S_{NLi}) \times g_i + S_{NL})$ は、シーンが均一であるとき、全素子について略同一の値となり、感度補正されたシーン成分である。 $((H_{Si} - H_{SLi}) \times g_i + H_{SL})$ は、感度補正によりハウジング成分 H_{Si} とは異なる値となっているが、 H_{Si} が大きくなるとこの値が大きくなり、 H_{Si} の特徴を表している。この値は後述するようにしてハウジングシェーディング成分として除去される。よって、画像データ X_i はハウジグ成分を含んでいるが、感度補正されたデータである。以下、この画像データを感度補正画像データと呼ぶ。また、シーン均一でないときにも、デジタル画像データ $OALL_i$ の画像データレベルに応じてハウジングシェーディング成分を含まないゲイン補正校正データ g_i によりデジタル画像データを補正しているので、シーンの輝度レベルに応じて感度補正される。

【0038】

図9は、図3中ハウジング応答プロファイル作成部48の一例を示す構成図である。図9に示すように、ハウジング応答プロファイル作成部48は、低温ハウジングデータ取得部100、高温ハウジングデータ取得部102、低温黒体板データ取得部104、高温黒体板データ取得部106、ハウジングデータ差分演算部108、黒体板データ差分演算部110及びハウジング応答プロファイル計算部112を有する。図10は、ハウジング応答プロファイル作成方法を示す図である。図11及び図12は、ハウジング応答プロファイル作成フローチャートである。

【0039】

(a) データ取得処理

ハウジング応答プロファイルを作成するには、図10に示すように、カメラヘッド2を恒温槽120に収容する。恒温槽120内の温度は、温度制御部122により制御する。カメラヘッド2の前面に黒体板90を配置する。黒体板90の温度は、温度制御部92により制御する。図11中のステップS40において、カメラヘッド2の温度 T_a 、例えば、 $T_a = 10^\circ\text{C}$ 、黒体板90の温度 T_t 、例え

ば、 10°C の条件下で、黒体板90を撮像する。低温ハウジングデータ取得部100は、各検知素子 i の出力レベル HL_i を取得してメモリに記憶する。ステップS42において、カメラヘッド2の温度 T_H 、例えば、 $T_H = 30^{\circ}\text{C}$ 、黒体板90の温度 T_t の条件下で、黒体板90を撮像する。高温ハウジングデータ取得部102は、各検知素子 i の出力レベル HH_i を取得してメモリに記憶する。ステップS44において、カメラヘッド2の温度 T_a 、黒体板90の温度 T_L の条件下で、黒体板90を撮像して、各検知素子 i の出力レベル SL_i を取得する。ステップS46において、カメラヘッド2の温度 T_a 、黒体板90の温度 T_H の条件下で、黒体板90を撮像して、各検知素子 i の出力レベル SH_i を取得する。ここで、各検知素子 i の出力レベル HL_i 、 HH_i 、 SL_i 、 SH_i は各々感度補正演算部52の出力である感度補正画像データである。

【0040】

(b) 計算処理

ステップS52において、ハウジングデータ差分演算部108は、各検知素子 i の出力レベル差 $\Delta H_i = HH_i - HL_i$ を計算する。黒体板90の温度 T_t が一定の条件の下で、 HL_i 及び HH_i を測定しているので、 HL_i 及び HH_i に含まれる黒体板90からのシーン成分は同じである。よって、 ΔH_i は、カメラヘッド2の温度変化 $\Delta T = (T_H - T_L)$ によるハウジングシェーディング成分のみとなる。ステップS54において、黒体板データ差分演算部110は、各検知素子 i の出力レベル差 $\Delta S_i = SH_i - SL_i$ を計算する。光学ヘッド2の温度 T_a が一定の条件下で測定された SH_i 、 SL_i は、光学系シェーディングに対する感度補正されたものであるので、 ΔS_i は検出素子 i に依らない一定の値 ΔS となる。

【0041】

ハウジング温度変化量 $(T_H - T_L)$ に対応する赤外線放射パワー (Radiance: ラディアン $\text{ス (W/cm}^2 \cdot \text{sr)}$) の変化 ΔHP とすると、 $HR_i = \Delta H_i / \Delta HP$ ($LSB / (W/cm^2 \cdot \text{sr})$) は、ハウジング放射単位パワー当たりの各検知素子 i の出力レベル変化となる。一方、黒体板温度変化量 $(T_H - T_L)$ に対応する赤外線放射パワーの変化 ΔSP とすると、 $SR_i = \Delta S_i (= SH_i - SL_i$

) / $\Delta SP = \Delta S / \Delta SP$ (LSB / ($W / \text{cm}^2 \cdot \text{sr}$)) は、黒体板放射単位当
 パワー当たりの各検知素子 i の出力レベル変化となる。ハウジング温度変化量 ($T_H - T_L$) と黒体板温度変化量 ($T_H - T_L$) が同じであるから、 $\Delta SP = \Delta HP$
 である。尚、以上では、ハウジング及び黒体板は各々同質の黒体特性を有してい
 ると仮定している。ステップ S56 において、ハウジング応答プロファイル計算
 部 112 は、各検知素子 i のハウジグ応答プロファイル $PROFi = HRi / S$
 $R = (\Delta Hi / \Delta HP) / (\Delta S / \Delta SP) = \Delta Hi / \Delta S$ を計算する。

【0042】

(c) データ書込処理

ステップ S58 において、ハウジング応答プロファイル計算部 112 は、検知
 素子 i についてのハウジグ応答プロファイル $PROFi$ をハウジング応答ハウジ
 グ応答プロファイルメモリ 56 に書き込む。

【0043】

$PROFi$ は、黒体板の単位放射パワー当たりの検知素子 i の出力 (シーン成
 分) に対するハウジングの放射パワー当たりの検知素子 i の出力 (ハウジング成
 分) の比率である。ハウジング応答プロファイルは、 ΔHi の定数倍であれば良
 いが、 ΔHi を ΔS で割ることにより、その物理ディメンションをディメンショ
 ンレスにして感度補正画像データに含まれるハウジング成分の計算を容易にする
 と共に感度補正画像データに含まれるハウジング成分の比率の上限を推測する目
 安としている。

【0044】

図 13 は、ハウジング応答プロファイルを示す図であり、横軸に検知素子の番
 号、縦軸にハウジング応答プロファイルを表す。図 13 は、検知素子が $100 \times$
 100 のアレイ状に配置された赤外線センサ 16 の中央ライン上の 100 個の検
 知素子のプロファイル $PROFi$ を示している。ハウジング応答プロファイルが
 中央の検知素子 (検知素子番号 50) から両端に向かって上昇しているのは、端
 の方の検知素子の方がハウジング見込み角が大きくなるためである。

【0045】

ハウジング成分強度演算部 58 は、ハウジング応答プロファイル $PROFi$ か

らハウジング成分を算出するための定数 I_h を算出する。検知素子 i について、感度補正画像データレベルを $MDOALL_i$ 、感度補正画像データにおけるシーン成分に対応する画像データレベルを $MDSN_i$ 、ハウジング成分に対応する画像データレベルを $MDHS_i$ とすると、これらは次式 (2) の関係を有する。

【0046】

$$MDOALL_i = MDSN_i + MDHS_i \quad \dots (2)$$

ここで、 $MDHS_i$ は、ハウジング応答プロファイルメモリ 56 に格納されたプロファイル $PROF_i$ に定数 I_h を掛けた値であるので、式 (2) は次式 (3) に示すように書き換えられる。

【0047】

$$MDOALL_i = MDSN_i + I_h \times PROF_i \quad \dots (3)$$

シーンの輝度が一定の場合には、シーン入射成分 SN_i は検知素子 i に依らずに一定の値 SN_0 を持つため、式 (3) を検知素子 1, 2 について書き直すと、次式 (4), (5) の連立方程式が得られる。

【0048】

$$MDOALL_1 = MDSN_0 + I_h \times PROF_1 \quad \dots (4)$$

$$MDOALL_2 = MDSN_0 + I_h \times PROF_2 \quad \dots (5)$$

式 (4), (5) の連立方程式の解として、次式 (6) で示される I_h を得ることができる。

【0049】

$$I_h = (MDOALL_1 - MDOALL_2) / (PROF_1 - PROF_2) \quad \dots (6)$$

実際の画像データにはノイズが重畳されており、均一シーンの場合においても連立方程式による厳密解を求めることは一般に困難であるため、近似解を求める方策が必要となる。また、均一シーンの場合に限らず、局所的に均一シーンであるときにも適用可能である必要がある。そこで、本実施形態では、事前に設定された画像データ領域内の検知素子分の連立方程式を立て、最小二乗法により、近似解を求めている。

【0050】

図14は、図3中のハウジング成分強度演算部58の構成図である。図14に示すように、ハウジング成分強度演算部58は、RAM130、平均値算出部132、二乗誤差算出部134及び定数決定部136を有する。RAM130は、感度補正された画像データを蓄積するメモリである。尚、蓄積する画像データは、全画像データを蓄積しても良いが、二乗誤差算出部134で使用する事前に設定された画像データ領域に含まれるデータで十分である。平均値算出部132は、二乗誤差算出部134で事前に設定された画像データ領域に含まれるデータの平均値MOUTを算出する。二乗誤差算出部134は次の機能を有する。(i)仮定数値I_{h_j}、仮設定シーンレベルI_{Sk}を設定する。(ii)事前に設定された領域において、 $\{I_{Sk} - (MDOALL_i - I_{hj} \times PROF_i)\}^2$ の和である二乗誤差SE(j,k)を算出する。事前に設定された画像データ領域は、赤外線センサ16の全検知素子の出力画像データ領域でも良いが、定数の精度が良いこと、計算対象領域の範囲を小さくして計算処理を高速に行う必要があることが要求される。ハウジング成分は、中央の検知素子を中心として同心円状分布となることから、検知素子の1ライン(列又は行)の検知素子のデータを取ることにしている。この場合、極力シーン分布が均一なラインを選ぶのが望ましく、空を背景とする応用(空対空ミサイルシーカなど)では垂直ラインよりは水平ライン上のシーン分布が均一になるので、水平ライン上の検知素子のデータを使うことにしている。(iii)可能な全ての仮定数値I_{h_j}、仮設定シーンレベルI_{Sk}の組み合わせについて、(ii)の計算を行う。

【0051】

図15は、二乗誤差算出のフローチャートである。以下、二乗誤差算出の詳細な説明をする。ステップS80において、仮定数値I_h=I_{hst}=MOUT/M、仮設定シーンレベルI_s=I_{sst}=MOUT/M、計算回数j=0、k=0、M=50とする。Mは計算回数であり、例えば、M=50である。ステップS82において、仮定数値I_{h_j}=I_{hst}×(j+1)を設定する。ステップS84において、仮設定シーンレベルI_{Sk}=I_{sst}×(k+1)を設定する。ステップS86において、仮シェーディング補正後画像データと仮シーンレベルの偏差SE(j,k)=Σ{I_{Sk}-(MDOALL_i-I_{h_j}×PROF_i)}²を計算する。

Σ は中央の横方向の1ラインの検知素子についての和である。

【0052】

ステップS88において、計算回数 k をインクリメント($k = k + 1$)して、更新する。ステップS90において、計算回数 $k > M$ であるか否かを判断する。計算回数 $k \leq M$ ならば、ステップS84に戻る。計算回数 $k > M$ ならば、ステップ90に進む。ステップS92において、計算回数 j をインクリメント($j = j + 1$)して、更新する。ステップS94において、計算回数 $k = 0$ に初期値を設定する。ステップS96において、計算回数 $j > M$ であるか否かを判断する。計算回数 $j \leq M$ ならば、ステップS82に戻る。計算回数 $j > M$ ならば、ステップ98に進む。ステップS98において、 $SE(j, k)$ が最小となる組み合わせを求める後述するフローチャートに進む。定数決定部136は、二乗誤差算出部134により算出された二乗誤差 $SE(j, k)$ が最小となる組み合わせ J, K に対応する定数値 $Ih = Ihst \times (J + 1)$ を計算する。

【0053】

図16は、図3中のハウジングシェーディング補正量算出部60の構成図である。図16に示すように、ハウジングシェーディング補正量算出部60は、乗算器140を有する。乗算器140は、全ての検知素子 i について、ハウジング応答プロファイル $PROFi \times$ 定数値 Ih を算出する。

【0054】

図17は、 $SE(j, k)$ が最小となる組み合わせ及びハウジングシェーディング補正量算出のフローチャートである。ステップS100において、計算回数 j, k 及び最小値 MIN を、 $j = 0, k = 0, MIN = 4095$ に初期設定する。ステップS102において、計算回数 j をインクリメント($j = j + 1$)して、更新する。ステップS104において、計算回数 k をインクリメント($k = k + 1$)して、更新する。ステップS106において、 $SE(j, k) < MIN$ のとき、 MIN に $SE(j, k)$ を代入する。 $SE(j, k) \geq MIN$ のとき、何もしない。ステップS110において、計算回数 $k > M$ であるか否かを判定する。計算回数 $k \leq M$ ならば、ステップS104に戻る。計算回数 $k > M$ ならば、ステップS114に進む。ステップS114において、計算回数 k の初期化($k = 0$)する。ステップ

S 1 1 6において、計算回数 $j > M$ であるか否かを判定する。計算回数 $j \leq M$ ならば、ステップ S 1 0 2に戻る。計算回数 $j > M$ ならば、ステップ S 1 1 8に進む。ステップ S 1 1 8において、 $SE(j, k)$ が最小となる j, k の組み合わせ J, K に対応する $I_h = I_{hst} \times (J + 1)$ を計算する。この I_h が求める定数となる。ステップ S 1 2 0において、各検知素子 i のハウジング成分 $MDHS_i = I_h \times PROF_i$ を計算する。

【 0 0 5 5 】

図 1 8 は、図 3 中のハウジングシェーディング補正演算部 6 2 の構成図である。図 1 8 に示すように、ハウジングシェーディング補正演算部 6 2 は、加算器 1 5 0 を有する。加算器 1 5 0 は、全ての検知素子 i について、感度補正画像データレベル $MDOALL_i$ からハウジング成分 $MDHS_i$ を減算して、ハウジングシェーディング補正をする。

【 0 0 5 6 】

以下、図 2 の赤外線撮像装置の動作説明をする。

【 0 0 5 7 】

(1) 感度補正校正データの作成

感度補正校正データは、赤外線撮像装置の運用前に感度補正校正データ作成部 4 6 により以下のようにして作成され、オフセット補正校正データメモリ 8 0、ゲイン補正校正データメモリ 8 2 及び平均値格納メモリ 8 4 の ROM に格納される。まず、図 5 に示したように、カメラヘッド 2 の温度 T_a 、例えば、 10°C 、黒体板 9 0 の温度 T_L 、例えば、 10°C の条件下で、黒体板 9 0 のシーンをカメラヘッド 2 により測定する。AD 変換器 4 0 は、カメラヘッド 2 より出力されたアナログ画像データをデジタル画像データに変換する。感度補正校正データ作成部 4 6 は、検知素子 i についてのデジタル画像データのレベル L_i を入力して、オフセット補正校正データメモリ 8 0 に書き込む。感度補正校正データ作成部 4 6 は、全検知素子 i についての出力レベル L_i の平均値 L を平均値格納メモリ 8 4 に書き込む。カメラヘッド 2 の温度 T_a 、黒体板 9 0 の温度 T_H 、例えば、 30°C の条件下で、黒体板 9 0 のシーンをカメラヘッド 2 により測定する。AD 変換器 4 0 は、カメラヘッド 2 より出力されたアナログ画像データをデジタル

画像データに変換する。感度補正校正データ作成部 4 6 は、検知素子 i についてのデジタル画像データのレベル H_i を入力して、式 (1) で示されるゲイン補正データ g_i を算出して、ゲイン補正校正データ g_i をオフセット補正構成データメモリ 8 2 に書き込む。

【 0 0 5 8 】

(2) ハウジング応答プロファイルの作成

ハウジング応答プロファイルは、赤外線撮像装置の運用前にハウジング応答プロファイル作成部 4 8 により以下のようにして作成され、ハウジング応答プロファイルメモリ 5 6 の ROM に格納される。図 1 0 に示したように、黒体板 9 0 の温度 T_a 、例えば、 10°C 、カメラヘッド 2 の温度 T_L 、例えば、 10°C の条件下で、黒体板 9 0 のシーンをカメラヘッド 2 により測定する。AD 変換器 4 0 は、カメラヘッド 2 より出力されたアナログ画像データをデジタル画像データに変換する。次いで、感度補正演算部 5 2 で感度補正され、感度補正データが出力される。ハウジング応答プロファイル作成部 4 8 は、検知素子 i についての感度補正画像データのレベル H_{Li} を入力する。次に、黒体板 9 0 の温度 T_a 、カメラヘッド 2 の温度 T_H 、例えば、 30°C の条件下で、黒体板 9 0 のシーンをカメラヘッド 2 により測定する。AD 変換器 4 0 は、カメラヘッド 2 より出力されたアナログ画像データをデジタル画像データに変換する。次いで、感度補正演算部 5 2 で感度補正され、感度補正データが出力される。ハウジング応答プロファイル作成部 4 8 は、検知素子 i についての感度補正画像データのレベル H_{Hi} を入力する。

【 0 0 5 9 】

一方、カメラヘッド 2 の温度 T_a 、黒体板 9 0 の温度 T_L の条件下で、黒体板 9 0 のシーンをカメラヘッド 2 により測定する。AD 変換器 4 0 は、カメラヘッド 2 より出力されたアナログ画像データをデジタル画像データに変換する。次いで、感度補正演算部 5 2 で感度補正され、感度補正データが出力される。ハウジング応答プロファイル作成部 4 8 は、検知素子 i についての感度補正画像データのレベル S_{Li} を入力する。次に、カメラヘッド 2 の温度 T_a 、黒体板 9 0 の温度 T_H の条件下で、黒体板 9 0 のシーンをカメラヘッド 2 により測定する。AD

変換器 4 0 は、カメラヘッド 2 より出力されたアナログ画像データをディジタル画像データに変換する。次いで、感度補正演算部 5 2 で感度補正され、感度補正データが出力される。ハウジング応答プロファイル作成部 4 8 は、検知素子 i についての感度補正画像データのレベル SH_i を入力する。ハウジング応答プロファイル作成部 4 8 は、赤外線センサ 1 6 の検知素子 i について、 $\Delta H_i = HH_i - HL_i$ 及び $\Delta S_i = SH_i - SL_i$ を算出する。 ΔS_i は検知素子 i に依らず一定の値 ΔS になることは上述した通りである。ハウジング応答プロファイル作成部 4 8 は、検知素子 i について、 $PROF_i = \Delta H_i / \Delta S$ を計算する。 $PROF_i$ をハウジング応答プロファイルメモリ 5 6 に書き込む。

【0060】

(3) 赤外線撮像装置の運用時の動作

ミサイルのシーカー等の各種分野に適用された赤外線撮像装置は、シーンをレンズ 8 より集光し、赤外線センサ 1 6 の各検知素子 i より受光してシーンの強度に応じたアナログ信号を出力する。このとき、鏡筒 1 0、内筒 1 8 及び外筒 2 0 等のハウジングから放射されたハウジング放射成分がアナログ信号に含まれる。AD変換器 4 0 はアナログ／ディジタル変換をして、ディジタル画像データをシーディング補正部 4 2 に出力する。

【0061】

図 1 9 は、シーン均一の場合の 100×100 の検知素子から成る赤外線センサの照度分布を示す図である。図 1 9 に示すように、シーンが均一の場合、検知素子 i のシーンの照度分布は赤外線センサ 1 6 の中央の検知素子を中心とする同心円となる。即ち、中心の検知素子から同一距離の検知素子の出力レベルは同一レベルとなる。

【0062】

図 2 0 は、シーンが均一の場合の検知素子の出力に含まれる信号成分を示す図であり、横軸が検知素子の番号、縦軸が画像データレベルを示す。図 2 0 は、図 1 9 中の横方向の中央ライン L 上に位置する 100 個の検知素子 i についてのディジタル画像データに含まれる成分を示している。 $OALL$ は AD 変換器 4 0 のディジタル画像データ、 SN は検知素子の特性バラツキがなく光学系シーディング

グのみによるシーン成分、HSはハウジング成分、UNEは検知素子の特性バラツキ成分である。検知素子*i*について、AD変換器40のデジタル画像データOALL*i*、シーン成分をSN*i*、ハウジング成分をHS*i*、バラツキ成分をUNE*i*とすると、 $OALL\ i = SN\ i + HS\ i + UNE\ i$ である。図20に示すように、シーン成分SN*i*はシーンが均一の場合でも一定とならず赤外線センサ16の中心が最大で中心から離れるにつれて小さくなるのは、光学系シェーディングのためである。

【0063】

(a) 感度補正

感度補正演算部52は、各検知素子*i*について、 $((\text{デジタル画像データ } OALL\ i - \text{オフセット補正校正データ } Li) \times \text{ゲイン補正校正データ } gi + \text{平均値 } L)$ を計算して、感度補正画像データを出力する。これにより上述したように、図20に示したバラツキ成分UNE*i*及び光学系シェーディングによるシーンが補正されて、均一シーンの場合には、シーン成分が略一定となる。感度補正演算部52の出力を感度補正画像データと呼ぶ。

【0064】

図21は、均一シーンの場合の感度補正画像データを示す図であり、横軸が検知素子の番号、縦軸が画像データレベルを示している。MDOALLが感度補正画像データ、MDSNが感度補正画像データ中の補正されたシーン成分、MDHSがハウジング成分を示している。図21に示すように、均一シーンの場合、補正されたシーン成分MDSNは検知素子*i*に依らずに一定となる。感度補正画像データMDOALLは補正されたシーン成分MDSNとハウジング成分MDHSの和となる。

【0065】

図22は、均一シーンでない場合の感度補正画像データを示す図であり、横軸が検知素子の番号、縦軸が画像データレベルを示している。均一シーンでない場合は、シーン成分MDSNは検知素子*i*に依らずに一定とはならないが、上述したように、シーン成分の輝度レベルに対応するよう光学シェーディング補正及び検知素子の特性バラツキ補正がされて、感度補正画像データMDOALLは補正

されたシーン成分MDSNとハウジング成分MDHSの和となる。

【0066】

(b) ハウジングシェーディング補正

(b-1) ハウジング成分強度算出

ハウジング成分強度演算部58は、赤外線センサ16の所定領域、例えば、中央のセンタライン上の検知素子についての感度補正データMDOALLiの平均値MOUTをフレーム毎に計算する。フレームとは、赤外線センサ16から出力される一定周期、例えば、16ms毎に出力される1画面のデータをいう。各フレームの所定領域の感度補正画像データMDOALLiについて、 $MDOALLi = IS + MDHSi$ であると仮定する。ここで、ISは均一シーンの場合の感度補正データMDOALLiに含まれるシーン成分、MDHSiはハウジング成分である。 $MDHSi = Ih \times PROFi$ と表されるので、仮定数値Ihj、初期仮設定シーンレベルISKについて、所定領域における、 $\{ISK - (MDOALLi - Ihj \times PROFi)\}^2$ の和である二乗誤差SE(j,k)を算出する。尚、仮定数値ISKは感度補正画像データMDOALLiに含まれうるシーン成分の最小レベルから最大レベルまでの範囲の値を取る。例えば、平均値MOUT/M (Mは計算回数) から $MOUT \times (M+1) / M$ の範囲とする。仮定数値Ihjは、感度補正画像データOUTALLiに含まれうるハウジングシェーディング成分の最小レベルから最大レベルまでに対応する範囲の値を取る。例えば、平均値MOUT/Mから $MOUT \times (M+1) / M$ の範囲とする。そして、二乗誤差SE(j,k)が最小となるJ, Kに対応するISK及びIhjを算出する。このIhjがハウジング成分強度Ihとなる。

【0067】

(b-2) ハウジングシェーディング補正量算出

ハウジングシェーディング補正量算出部60は、赤外線センサ16の全ての検知素子iについて、ハウジング応答プロファイルメモリ56に記憶されているハウジング応答プロファイルPROFiとハウジング成分強度Ihとを乗算して、ハウジングシェーディング補正量 $MDHSi = PROFi \times Ih$ を出力する。

【0068】

(b-3) ハウジングシェーディング補正

ハウジングシェーディング補正演算部62は、感度補正画像データ $MDOALL_i$ からハウジングシェーディング補正量 $MDHS_i$ を減算して、ハウジングシェーディング補正画像データ $OUT_i = MDOALL_i - MDHS_i$ を出力する。図21に示すように均一シーンについては、ハウジングシェーディング補正画像データ OUT_i は均一シーン $MDSN_i$ のみとなり、検知素子 i によらず一定となる。また、均一シーンでない場合であっても、シーンが部分的に均一となる場合、例えば、図22中の右端近辺に位置する検知素子により検出されるシーンでは、最小二乗法が適用可能であり、ハウジングシェーディング成分が補正されて、シェーディング補正画像データ OUT_i は図22に示すシーン成分 $MDSN_i$ のみとなりハウジングシェーディング補正される。また、シーンが部分的にも均一とはならない場合は、最小二乗法を適用することができないため、ハウジングシェーディング補正を行うことができないが、 IhK が概略0となるので、ハウジングシェーディング補正量が概略0となって、ハウジングシェーディング補正演算部62より出力されるデータ OUT_i が無条件にハウジングシェーディング補正処理を行うことに起因する画質劣化が生じることはない。

【0069】

(c) 画像処理

画像処理装置44は、シェーディング補正部42により、光学系シェーディング補正及びハウジングシェーディング補正された、検知素子 i についての画像データ OUT_i を入力して、該当する画像処理を施して、ディスプレイ等に表示する。このとき、画像データ OUT_i は、光学系シェーディング補正及びハウジングシェーディング補正されているので、画像処理の品質を向上させることができる。例えば、赤外線撮像装置がミサイルシーカに搭載された場合には、より確実に目標を追尾することができる。

【0070】

第2実施形態

図23は、本発明の第2実施形態により赤外線撮像装置の構成図であり、図2中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。走査装置

150はカメラヘッド2の視軸を走査する装置である。視軸とは、レンズ8の中心を通る赤外線的光路をいう。入力されるシーンが局所的にも均一でない場合にも、視軸を走査し、走査して得られた画像データを平滑化して、局所的に均一なシーンを得ることにより、ハウジングシェーディング補正を可能にするためである。

【0071】

図24は視軸の走査を示す図であり、特に、同図(a)は垂直方向の視軸の走査を示す図であり、同図(b)は水平方向の視軸の走査を示す図である。図24(a)に示すように、視軸160は、水平方向に配設された軸162を中心として、上下方向にカメラヘッド2が回転することにより、164から166までの範囲168を垂直方向に走査する。また、図24(b)に示すように、視軸160は、軸162に直交する垂直方向に配設された軸171を中心として、水平方向にカメラヘッド2が回転することにより、172から174までの範囲176を水平方向に走査する。走査装置150は、軸162を中心として、水平及び垂直方向に一定範囲を一定周期で移動することにより視軸を走査する。視軸走査は、局所的に均一シーンを得られれば良く、例えば、周波数約1Hz、撮像装置視野と同等の走査半径の円形走査とする。

【0072】

図25は、走査装置150の構成例を示す図であり、赤外線撮像装置がミサイルシーカに搭載された場合における水平断面図である。図25に示すように、カメラヘッド2が赤外線透過材料から成るドーム180に収容されて保護されている。ジンバル150に配設された軸162を中心にカメラヘッド2を垂直に走査することにより、視軸160が垂直に走査される。また、図25中の軸162と同様に垂直方向にジンバル150に配設された軸を中心にカメラヘッド2を水平に走査することにより、視軸160が水平方向に走査される。

【0073】

図26は、図23中のシェーディング補正部152の構成図であり、図3中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。図26に示すように、シェーディング補正部152は、図3に示すシェーディング補正部42

に平滑化処理部 1 9 0 が付加されていること、ハウジング成分強度演算部 1 9 2 が、感度補正演算部 5 6 から出力される感度補正画像データではなく、平滑化処理部 1 9 0 から出力される出力画像データに対してハウジング成分強度を算出することが、図 3 に示すシェーディング補正部 4 2 と異なる。平滑化処理部 1 9 0 は、走査装置 1 5 0 によりカメラヘッド 2 の視軸を走査して得られた画像データの各検知素子 i の感度補正画像データを一定フレーム数積分してから平均化処理を行って、ハウジング成分強度演算部 5 8 に出力する。画像データは視軸が走査されて得られたものであることから、各検知素子 i について平滑化処理を実行することにより得られる積分平均化画像データは、視軸変動範囲の画像データを平均化したものとなるので、各検知素子への入射シーン成分が殆ど平均化、均一化されることと等価となり、局所的に均一シーンの画像データを得ることができる。平滑化は、例えば、視軸走査周期と同じ時間のフレームに対して行うものとする。視軸走査周期を約 1 秒とすると、平滑化は、約 1 秒間（フレーム周波数 1 0 0 H z の場合は 1 0 0 フレーム分）の画像データを積分し、積分した画像データをフレーム数で除算する。平滑化のフレーム数が 2 のべき乗であるとき、除算はビットシフトすることにより実現可能であり、処理が簡単になる。積分平均化データは平滑化対象時間毎に更新されることになる。

【 0 0 7 4 】

図 2 7 は、図 2 6 中の平滑化処理部 1 9 0 の構成図である。図 2 7 に示すように、平滑化処理部 1 9 0 は、加算器 2 0 0、RAM 2 0 2、セレクタ 2 0 4、シフタ 2 0 6 及び積算回数制御部 2 0 8 を有する。加算器 2 0 0 は、感度補正演算部 5 6 より出力される各検知素子 i についての感度補正画像データ $MDOALL_i$ とセレクタ 2 0 4 の出力データを加算して、RAM 2 0 2 にデータ信号を出力する。RAM 2 0 2 は、複数フレーム分加算された画像データを蓄積するためのメモリである。セレクタ 2 0 4 は、積算回数制御部 2 0 8 から出力される選択信号に従ってシフタ 2 0 6 及び加算器 2 0 0 のいずれかに出力する。シフタ 2 0 6 は、積算回数制御部 2 0 8 の指示に従って、セレクタ 2 0 4 より入力される積分画像データのレベルをビットシフトして、積分平均化画像データを出力する。積算回数制御部 2 0 8 は、感度補正画像データフレーム及びフレーム内の各検知素

子の出力に同期して、次の処理を行う。(1)一定数のフレーム周期で、RAM 2 0 2 にメモリされたデータをクリアする。(2)加算器 2 0 0 に入力された検知素子 i についての感度補正画像データ MD O A L L i に該当する読み出しアドレス信号を RAM 2 0 2 に出力する。(3)加算器 2 0 0 が加算した検知素子 i についての感度補正画像データ MD O A L L i に該当する書き込みアドレス信号を RAM 2 0 2 に出力する。(4)積分期間では加算器 2 0 0 に、積分期間の終了時にはシフタ 2 0 6 に出力するようセクタ 2 0 4 に選択信号を出力する。(5)積算平均化画像データが出力されていることを示す制御信号をハウジング成分強度演算部 1 9 2 に出力する。尚、ここで記載した複数フレームの画像データの積算を一定フレーム数毎に繰り返す平滑化処理の方法は一実施例であり、その他の方法、例えば、「移動平均法」，「指数平滑化法」などと呼ばれる方法等も、画像データを素子毎に時間的平滑する方法であれば、適用できることは勿論である。

【 0 0 7 5 】

ハウジング成分強度演算部 1 9 2 は、平滑化処理部 1 9 0 より出力される、積分平均化画像データがイネーブルであることを示す制御信号に同期して、所定の領域の検知素子 i についての積分平均化画像データからハウジング成分強度 I_h を算出して、ハウジングシェーディング補正演算部 6 0 に出力する。

【 0 0 7 6 】

以下、図 2 3 の赤外線撮像装置の動作説明をする。

【 0 0 7 7 】

(1) 感度補正校正データの作成

感度補正データの作成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 7 8 】

(2) ハウジング応答プロファイルの作成

ハウジング応答プロファイルの作成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 7 9 】

(3) 赤外線撮像装置の運用時の動作

(a) 視軸走査

ミサイルのシーカー等の各種分野に適用された赤外線撮像装置は、ジンバル等

の走査装置 1 5 0 によりカメラヘッド 2 の視軸を一定周期で走査させる。例えば、周波数約 1 H z、撮像装置視野と同等の走査半径の円形走査とする。尚、ミサイルシーカでは、走査装置 1 5 0 としてのジンバルは、視軸を目標方向に指向・追尾させることを目的として備えられたものであり、この目的を果たす必要がある。そこで、局所的に均一なシーンを得るための視軸走査は、目標探索・追尾等と並行して連続的又は間欠的に行うことができる。視軸走査する時間は、カメラヘッド 2 の温度変化によりハウジングシェーディング成分が変化しない限り、ハウジングシェーディング成分の計算をする必要がないので、間欠的視軸走査でも支障がない。走査装置 1 5 0 によりカメラヘッド 2 の視軸が走査されて得られた画像データは、A D 変換器 4 0 によりデジタル画像データに変換されて、感度補正演算部 5 6 に入力される。

【 0 0 8 0 】

(b) 感度補正

感度補正演算部 5 2 は、第 1 実施形態と同様にして、デジタル画像データの感度補正をして、検知素子 i についての 6 感度補正画像データを平滑化処理部 1 9 0 及びハウジングシェーディング補正演算部 6 2 に出力する。

【 0 0 8 1 】

(c) 平滑化処理

平滑化処理部 1 9 0 は、各検知素子 i の感度補正画像データについて、一定フレーム数積分してから、ビットシフト等により平均処理を行って、積分平均化画像データ及び積分平均化画像データが出力されていることを示す制御信号をハウジング成分強度演算部 1 9 2 に出力する。このとき、入力のデジタル画像データが視軸走査されて得られたものであることから、各検知素子 i について積分平均化画像データは、局所的に均一シーンに等価となる。

【 0 0 8 2 】

(d) ハウジング成分強度算出

ハウジング成分強度演算部 1 9 2 は、平滑化処理部 1 9 0 より出力される、積分平均化画像データがイネーブルであることを示す制御信号に同期して、所定の領域の検知素子 i についての積分平均化画像データから、第 1 実施形態と同様に

して、ハウジング成分強度 I_h を算出して、ハウジングシェーディング補正演算部 6 0 に出力する。このとき、積分平均化画像データは局所的に均一シーンとなっているので、第 1 実施形態に比べてより正確にハウジング成分強度を計算することができる。

【 0 0 8 3 】

(e) ハウジングシェーディング補正量算出

ハウジングシェーディング補正演算部 6 0 は、検知素子 i について、赤外線センサ 1 6 の全ての検知素子 i について、ハウジング応答プロファイルメモリ 5 6 に記憶されているハウジング応答プロファイル $PROF_i$ とハウジングシェーディング強度成分 I_h とを乗算して、ハウジングシェーディング補正量をハウジングシェーディング補正演算部 6 2 に出力する。

【 0 0 8 4 】

(f) ハウジングシェーディング補正

ハウジングシェーディング補正演算部 6 2 は、検知素子 i についての感度補正画像データからハウジングシェーディング補正量を減算して、画像処理装置 4 4 に出力する。

【 0 0 8 5 】

(g) 画像処理

画像処理装置 4 4 は、シェーディング補正部 1 5 2 により光学系シェーディング補正及びハウジングシェーディング補正された画像データを入力して、該当する画像処理を施して、ディスプレイ等に表示する。このとき、画像データは、第 1 実施形態と同様に光学系シェーディング補正及び第 1 実施形態よりもより正確にハウジングシェーディング補正されているので、第 1 実施形態よりも更に画質を向上させることができる。

【 0 0 8 6 】

第 3 実施形態

図 2 8 は、本発明の第 3 実施形態により赤外線撮像装置の構成図であり、図 2 3 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第 1 及び第 2 実施形態の感度補正演算部 5 6 での検知素子の特性バラツキ補正は、一般

に特性バラツキ補正が経時変化のない基本特性のバラツキ補正に対応したものであるのに対して、シェーディング補正部 2 1 0 は、更に、経時変化を示し使用中に発生する特性バラツキをオフセット補正により補正するものである。

【 0 0 8 7 】

図 2 9 は、図 2 8 中のシェーディング補正部 2 1 0 の構成図であり、図 2 6 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。局所補正データ作成部 2 2 0 は、平滑化処理部 1 9 0 により検知素子 i についての積分平均化画像データに対して、次の処理を行う。(1) 検知素子 i の周辺素子の平均値を算出する。(2) 各検知素子 i の画像データレベルを、周辺素子の平均値から減算して、検知素子 i についてのオフセット校正值として、オフセット補正部 2 2 2 に出力する。平滑化処理部 1 9 0 により局所的に均一なシーンが得られているので、前記オフセット校正值により経時変化による特性バラツキが補正されるのは、周辺素子の平均値と注目素子 i の差分が経時変化による特性バラツキと推定されるからである。

【 0 0 8 8 】

図 3 0 は、図 2 9 中の局所補正データ作成部 2 2 0 の構成図である。図 3 0 に示すように、局所補正データ作成部 2 2 0 は、局所領域内平均値演算部 2 3 0、RAM 2 3 2 及び加算器 2 3 4 を有する。局所領域内平均値演算部 2 3 0 は、検知素子 i の周辺素子の平均値（局所領域内平均値）を算出する。周辺素子は、例えば、注目素子を中心とする上下・左右の 1 1 素子 \times 1 1 素子の画像データとする。RAM 2 3 2 は、全ての検知素子 i の積分平均化画像データを蓄積するメモリである。加算器 2 3 4 は、検知素子 i についての局所領域内平均値の出力に同期して、検知素子 i についての積分平均化画像データを RAM 2 3 2 から読み出して、局所領域内平均値から積分平均化画像データを減算して、検知素子 i についての補正校正量を出力する。

【 0 0 8 9 】

図 3 1 は、図 2 9 中のオフセット補正部 2 2 2 の構成図である。図 3 1 に示すように、オフセット補正部 2 2 2 は、加算器 2 4 0 を有する。加算器 2 4 0 は、検知素子 i についての感度補正画像データと検知素子 i についての補正校正量を

加算して、感度補正画像データに対して経時変化による特性バラツキを補正する。

【 0 0 9 0 】

以下、図 2 8 の赤外線撮像装置の動作説明をする。

【 0 0 9 1 】

(1) 感度補正校正データの作成

感度補正データの作成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 9 2 】

(2) ハウジング応答プロファイルの作成

ハウジング応答プロファイルの作成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 9 3 】

(3) 赤外線撮像装置の運用時の動作

(a) 視軸走査

第 2 実施形態と同様にして、ジンバル等の走査装置 1 5 0 によりカメラヘッド 2 の視軸を一定周期で走査させる。走査装置 1 5 0 によりカメラヘッド 2 の視軸が走査されて得られた画像データは、A/D変換器 4 0 によりデジタル画像データに変換されて、感度補正演算部 5 6 に入力される。

【 0 0 9 4 】

(b) 感度補正

感度補正演算部 5 2 は、第 1 実施形態と同様にして、デジタル画像データの感度補正をして、感度補正画像データを平滑化処理部 1 9 0 及びハウジングシェーディング補正演算部 6 2 に出力する。

【 0 0 9 5 】

(c) 平滑化処理

平滑化処理部 1 9 0 は、第 2 実施形態と同様にして、各検知素子 i の感度補正画像データについて、積分平均化処理を行って、積分平均化画像データを出力する。

【 0 0 9 6 】

(d) 局所補正データ作成

局所補正データ作成部 2 2 0 は、検知素子 i について、局所領域内平均値を算出する。検知素子 i について、その局所領域内平均値から積分平均化画像データを減算して、補正校正量を出力する。

【 0 0 9 7 】

(e) オフセット補正

オフセット補正部 2 2 2 は、検知素子 i についての感度補正画像データと検知素子 i についての補正校正量を加算して、感度補正画像データに対して経時変化による特性バラツキを補正する。

【 0 0 9 8 】

(f) ハウジング成分強度算出

ハウジング成分強度演算部 1 9 2 は、第 2 実施形態と同様にして、所定の領域の検知素子 i についての積分平均化画像データから、ハウジング成分強度 I_h を算出して、ハウジングシェーディング補正演算部 6 0 に出力する。尚、ハウジング成分強度演算部 1 9 2 の入力を感度補正画像データが平滑化処理部 1 9 0 により積分平均化された積分平均化画像データではなく、オフセット補正部 2 2 2 によりオフセット補正された画像データに対して平滑化処理部 1 9 0 と同様に積分平均化処理をした積分平滑化画像データとしても良い。

【 0 0 9 9 】

(g) ハウジングシェーディング補正量算出

ハウジングシェーディング補正演算部 6 0 は、赤外線センサ 1 6 の全ての検知素子 i について、ハウジング応答プロファイルメモリ 5 6 に記憶されているハウジング応答プロファイル $PROF_i$ とハウジングシェーディング強度成分 I_h とを乗算して、ハウジングシェーディング補正量をハウジングシェーディング補正演算部 6 2 に出力する。

【 0 1 0 0 】

(h) ハウジングシェーディング補正

ハウジングシェーディング補正演算部 6 2 は、検知素子 i についてのオフセット補正補正画像データからハウジングシェーディング補正量を減算して、画像処理装置 4 4 に出力する。

【 0 1 0 1 】

(i) 画像処理

画像処理装置 4 4 は、シェーディング補正部 2 1 0 により、光学系シェーディング補正、経時変化による特性バラツキ補正及びハウジングシェーディング補正された画像データを入力して、該当する画像処理を施して、ディスプレイ等に表示する。このとき、画像データは、光学系シェーディング補正、経時変化による特性バラツキ補正及びハウジングシェーディング補正されているので、画像の品質を更に向上させることができる。

【 0 1 0 2 】

本発明は以下の付記を含むものである。

【 0 1 0 3 】

(付記 1) 光学系と複数の赤外線検知素子と該複数の赤外線検知素子を収容する容器とを有するカメラヘッドにより撮像された画像データのシェーディング補正をする赤外線撮像装置であって、

均一シーンを撮像したとき前記画像データに含まれるシーン成分が一定となるように光学系シェーディング成分を補正して感度補正画像データを作成する第 1 補正部と、

前記赤外線検知素子毎に、前記光学系及び前記容器より放射される赤外線によるハウジングシェーディング成分を補正するためのハウジング応答プロファイルを記憶する記憶部と、

前記各赤外線検知素子についての前記感度補正画像データ及び前記ハウジング応答プロファイルに基づいて、ハウジングシェーディング成分を補正してハウジングシェーディング補正画像データを作成する第 2 補正部と、

を具備したことを特徴とする赤外線撮像装置。

【 0 1 0 4 】

(付記 2) 前記第 2 補正部は、複数の赤外線検知素子についての前記各ハウジング応答プロファイルと第 1 定数との積が該赤外線検知素子についてのハウジングシェーディング成分であると仮定して前記第 1 定数を算出し、前記各赤外線検知素子についての感度補正画像データから該赤外線検知素子についてのハウジ

ング応答プロファイルと前記第 1 定数との積を減算して、ハウジングシェーディング成分を補正することを特徴とする付記 1 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 0 5 】

(付記 3) 前記第 2 補正部は、複数の赤外線検知素子についての前記感度補正画像データが該赤外線検知素子についての前記ハウジング応答プロファイルと前記第 1 定数との積からなるハウジングシェーディング成分とシーン成分を示す第 2 定数との和であると仮定して、該第 2 定数との和と前記感度補正画像データとの差との差の二乗の前記所定領域に位置する前記複数の赤外線検知素子についての和が最小となる第 1 定数を算出することを特徴とする付記 1 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 0 6 】

(付記 4) 前記応答プロファイルは物理ディメンションのないデータであることを特徴とする付記 3 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 0 7 】

(付記 5) 前記第 2 補正部は、前記所定領域の複数の赤外線検知素子についての感度補正画像データの平均値に基づいて前記第 1 定数及び前記第 2 定数を変化させることを特徴とする付記 4 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 0 8 】

(付記 6) 前記各赤外線検知素子についての前記応答プロファイルは、前記カメラヘッドの前方に配置された黒体板の温度が一定条件下で、前記カメラヘッドの温度が第 1 温度のときの該赤外線検知素子についての第 1 画像データと、第 2 温度のときの該赤外線検知素子についての第 2 画像データとの差分データの第 3 定数倍であることを特徴とする付記 1 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 0 9 】

(付記 7) 前記第 1 補正部は、前記カメラヘッドの温度が一定条件下で、前記カメラヘッドの前方に配置された黒体板の温度が、第 3 温度のときの前記赤外線検知素子についての第 3 画像データ及び第 4 温度のときの前記赤外線検知素子についての第 4 画像データに基づく感度補正校正データに従って、光学系シェーディング成分を補正することを特徴とする付記 1 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 1 0 】

(付記 8) 前記カメラヘッドの視軸を走査する走査装置と、赤外線センサの各赤外線検知素子についての前記感度補正画像データに対して積分平均化処理をして平滑化画像データを作成する平滑化処理部とを更に具備し、前記第 2 補正部は前記平滑化画像データに基づいて前記第 1 定数を算出することを特徴とする付記 2 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 1 1 】

(付記 9) 赤外線センサの各赤外線検知素子についての前記感度補正画像データに対して積分平均化処理をして平滑化画像データを作成する平滑化処理部と、該各赤外線検知素子の周辺の領域の前記平滑化画像データの平均値と該赤外線検知素子の平滑化画像データとの差分に基づいて前記各赤外線検知素子についての感度補正画像データを補正する第 3 補正部を更に具備したことを特徴とする付記 1 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 1 2 】

(付記 1 0) 前記感度補正校正データは、前記複数の赤外線検知素子についての前記第 3 画像データの第 1 平均値と前記複数の赤外線検知素子についての第 4 画像データの第 2 平均値との第 1 差分と各赤外線検知素子についての前記第 3 画像データと前記該赤外線検知素子についての第 4 画像データとの第 2 差分との比率であるゲイン補正校正データ、前記各赤外線検知素子についての第 3 画像データに基づくオフセット補正校正データ及び前記第 1 平均値である付記 7 記載の赤外線撮像装置。

【 0 1 1 3 】

【発明の効果】

本発明によれば、光学系シェーディング補正及びハウジングシェーディング補正をするので、画質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の原理図である。

【図 2】

本発明の第 1 実施形態による赤外線撮像装置の構成図である。

【図 3】

図 2 中のシェーディング補正部の構成図である。

【図 4】

図 2 中の感度補正校正データ作成部の構成図である。

【図 5】

感度補正校正データ作成方法を示す図である。

【図 6】

感度補正校正データ作成フローチャートである。

【図 7】

図 3 中の感度補正演算部の構成図である。

【図 8】

感度補正フローチャートである。

【図 9】

図 2 中のハウジング応答プロファイル作成部の構成図である。

【図 1 0】

ハウジング応答プロファイル作成方法を示す図である。

【図 1 1】

ハウジング応答プロファイル作成フローチャートである。

【図 1 2】

ハウジング応答プロファイル作成フローチャートである。

【図 1 3】

ハウジング応答プロファイルの一例を示す図である。

【図 1 4】

図 3 中のハウジング成分強度演算部の構成図である。

【図 1 5】

二乗誤差算出フローチャートである。

【図 1 6】

図 3 中のハウジングシェーディング補正量算出部の構成図である。

【図 1 7】

SE(j,k)が最小となる組み合わせ及びハウジングシェーディング補正量算出のフローチャートである。

【図 1 8】

図 3 中のハウジングシェーディング補正演算部の構成図である。

【図 1 9】

シーン一定の場合の赤外線センサの照度分布を示す図である。

【図 2 0】

検知素子の出力に含まれる信号成分を示す図である。

【図 2 1】

均一シーンの場合の感度補正画像データを示す図である。

【図 2 2】

均一シーンでない場合の感度補正画像データを示す図である。

【図 2 3】

本発明の第 2 実施形態による赤外線撮像装置の構成図である。

【図 2 4】

視軸の走査を示す図である。

【図 2 5】

走査装置の一例を示す図である。

【図 2 6】

図 2 3 中のシェーディング補正部の構成図である。

【図 2 7】

図 2 6 中の平滑化処理部の構成図である。

【図 2 8】

本発明の第 3 実施形態による赤外線撮像装置の構成図である。

【図 2 9】

図 2 8 中のシェーディング補正部の構成図である。

【図 3 0】

図 2 9 中の局所補正データ作成部の構成図である。

【図 3 1】

図 2 9 中のオフセット補正部の構成図である。

【図 3 2】

カメラヘッドの一般的構成を示す図である。

【図 3 3】

カメラヘッドの構成例を示す図である。

【図 3 4】

図 3 2 中の赤外線検知器の構成図である。

【図 3 5】

コールドシールドの役割を示す図である。

【図 3 6】

シェーディング成分を示す図である。

【符号の説明】

3 4 第 1 補正部

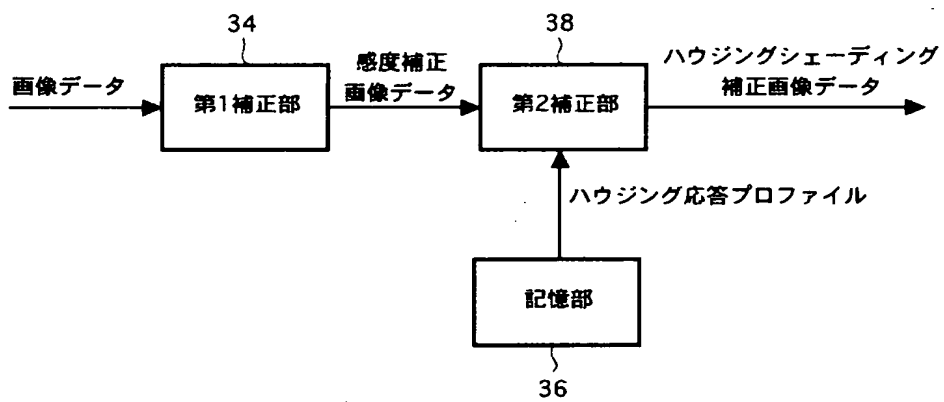
3 6 記憶部

3 8 第 2 補正部

【書類名】 図面

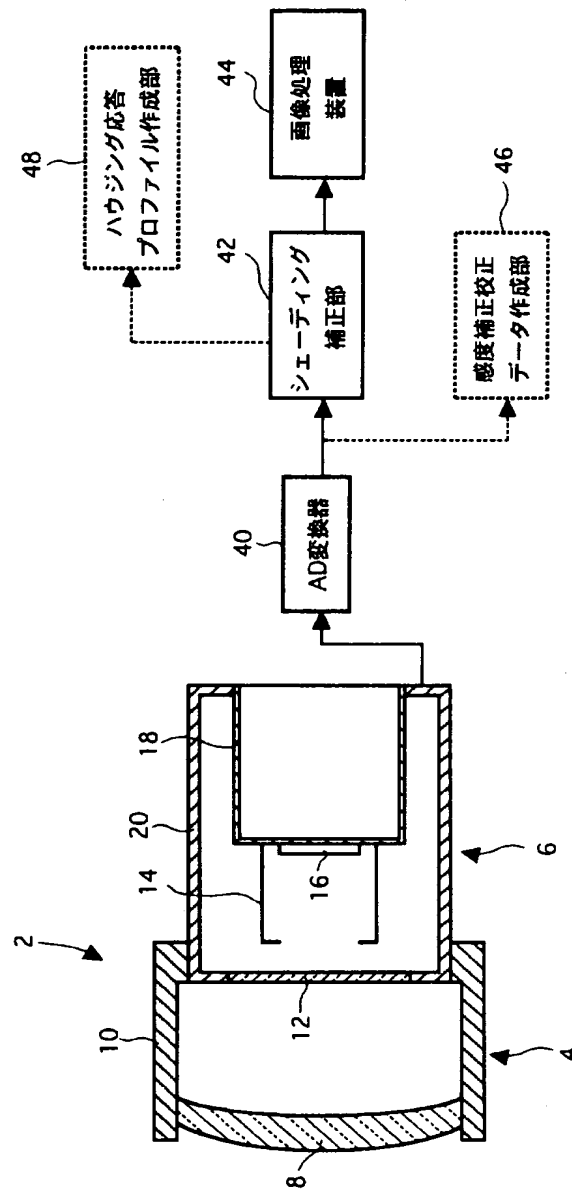
【図 1】

本発明の原理図



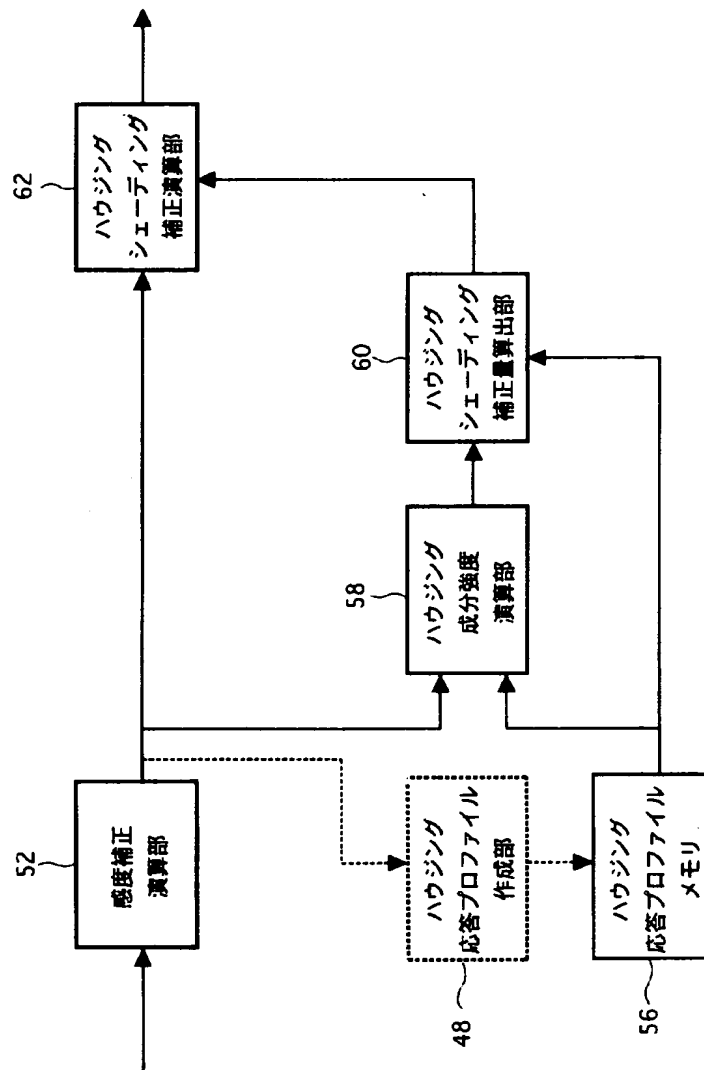
【図 2】

本発明の第1実施形態による赤外線撮像装置



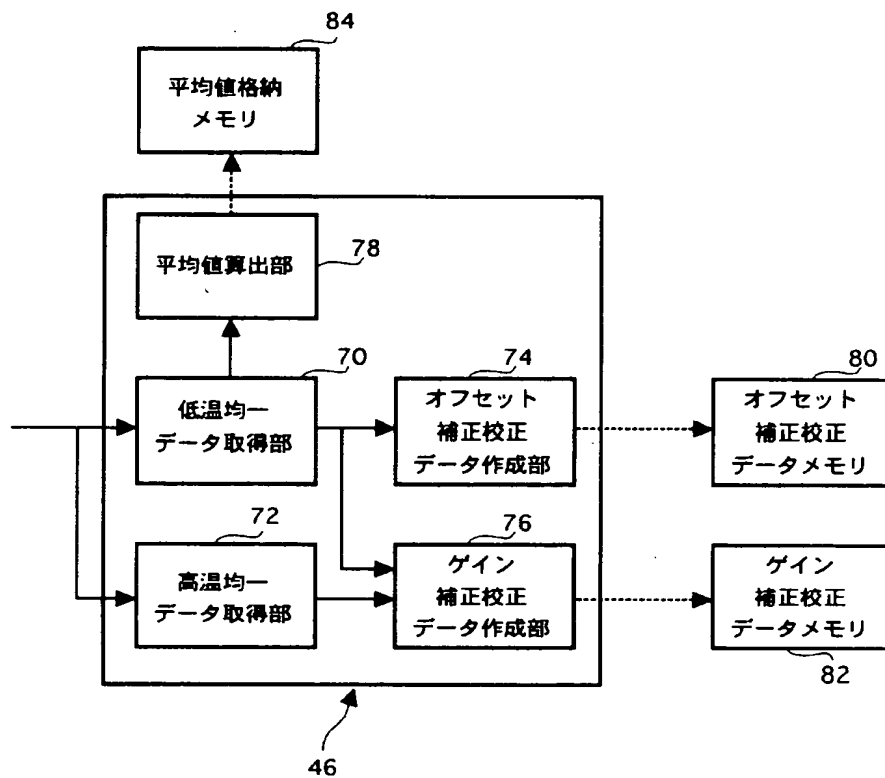
【図 3】

図2中のシェーディング補正部



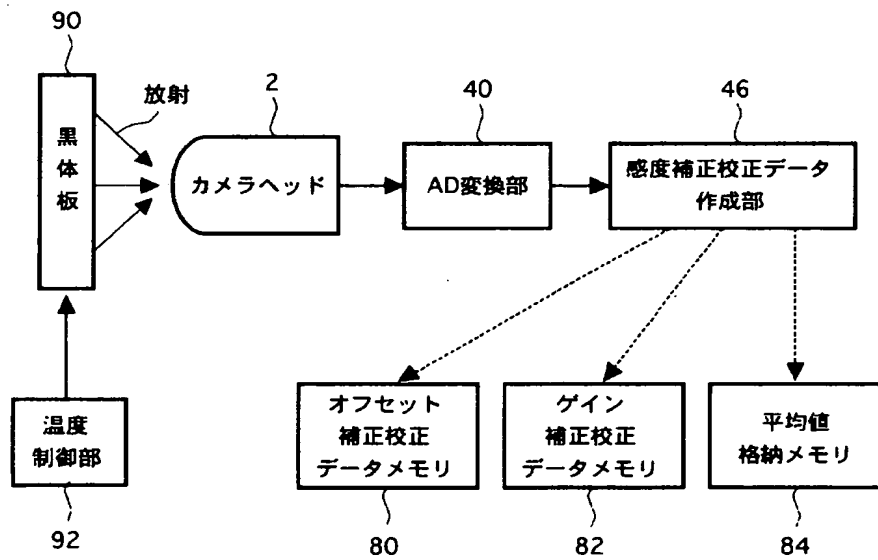
【図 4】

図2中の感度補正校正データ作成部



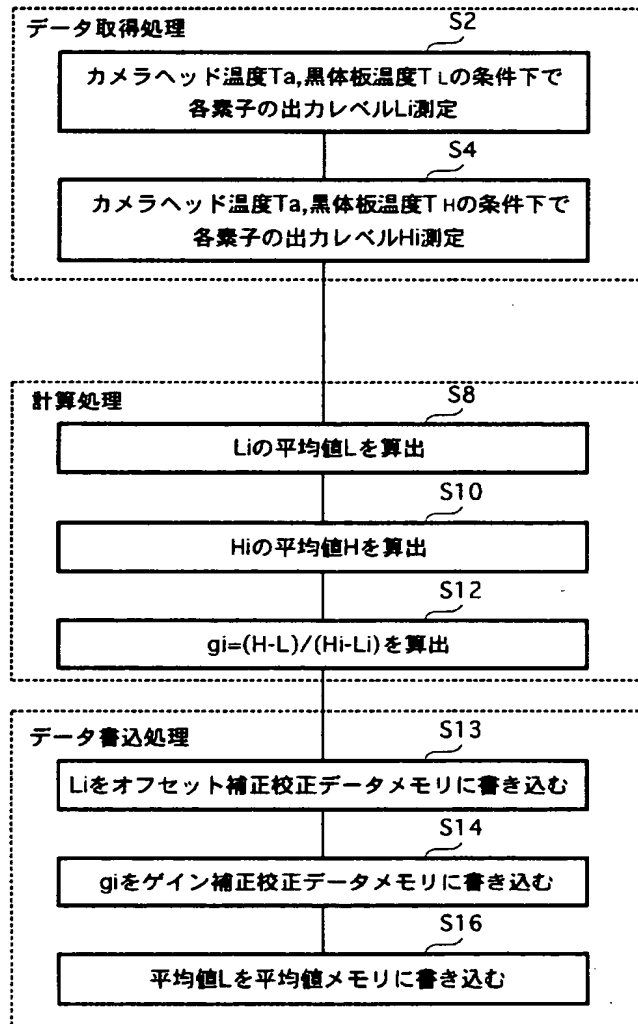
【図 5】

感度補正校正データ作成方法



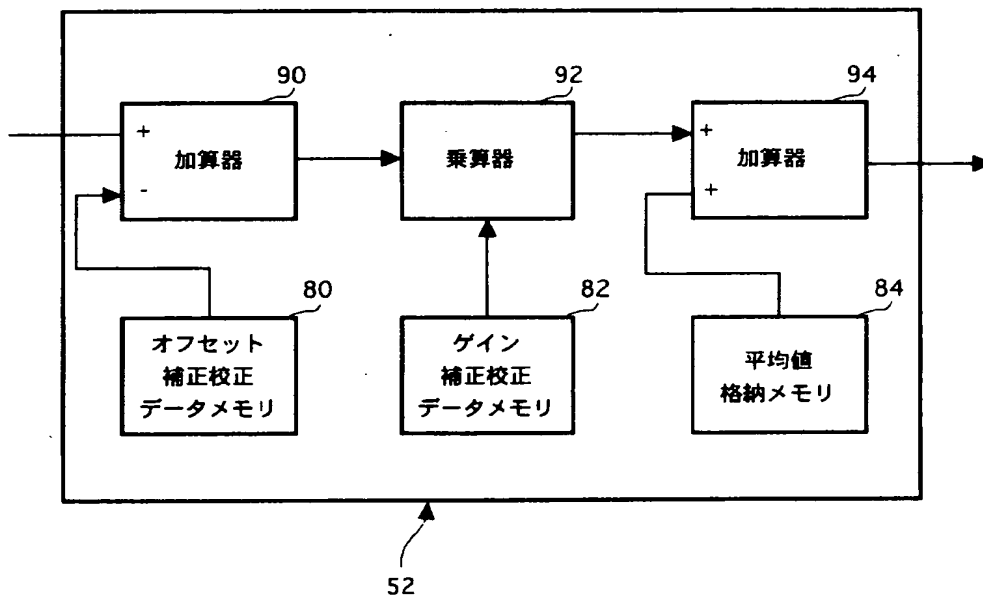
【図 6】

感度補正校正データ作成フローチャート



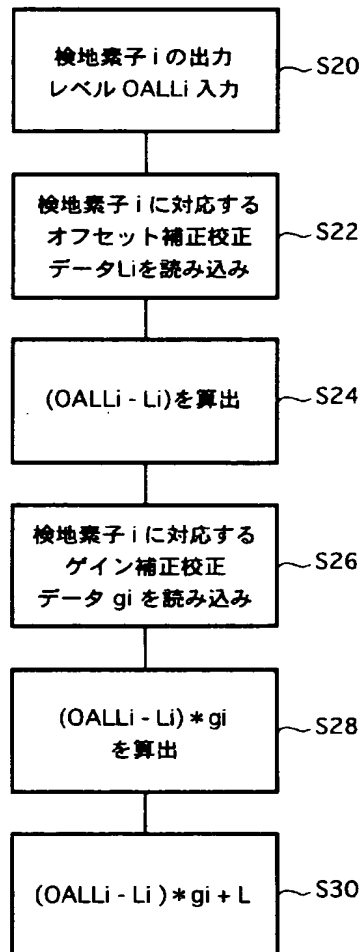
【図 7】

図3中の感度補正演算部



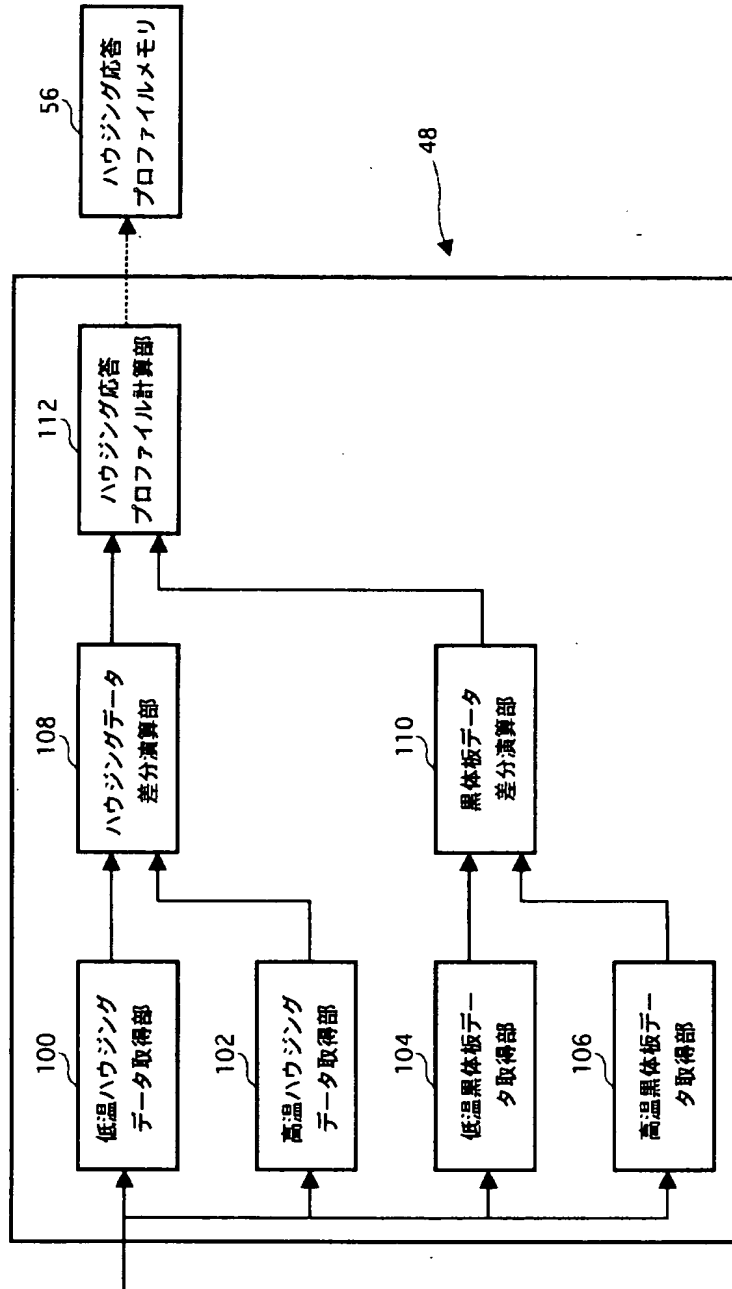
【図 8】

感度補正フローチャート



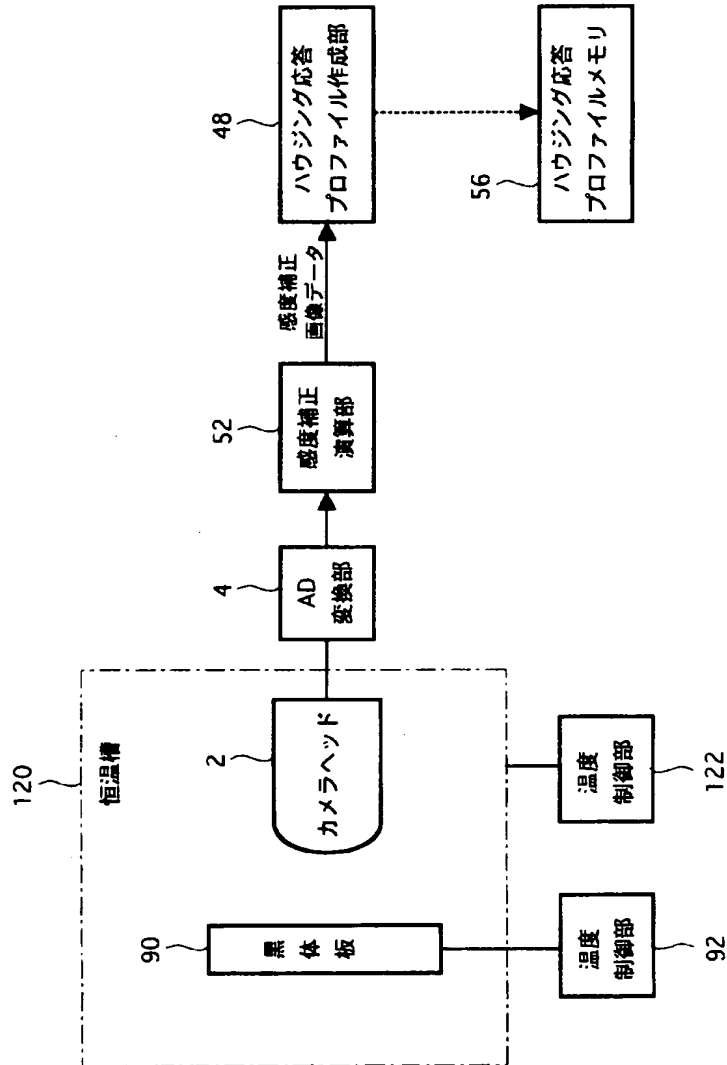
【図 9】

図2中のハウジング応答プロファイル作成部



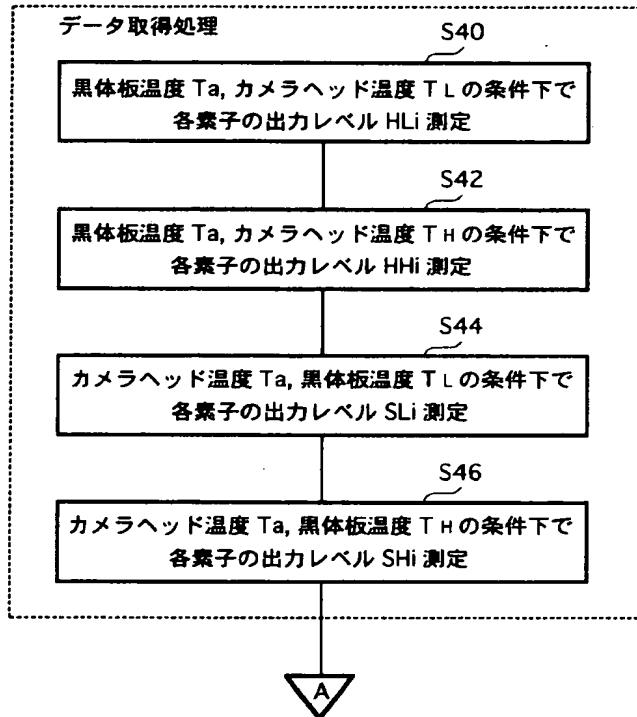
【図 10】

ハウジング応答プロファイル作成方法



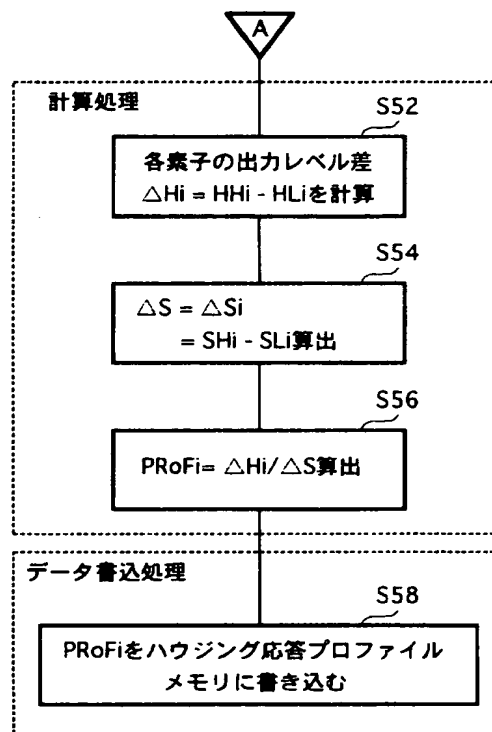
【図 11】

ハウジング応答プロファイル作成フローチャート



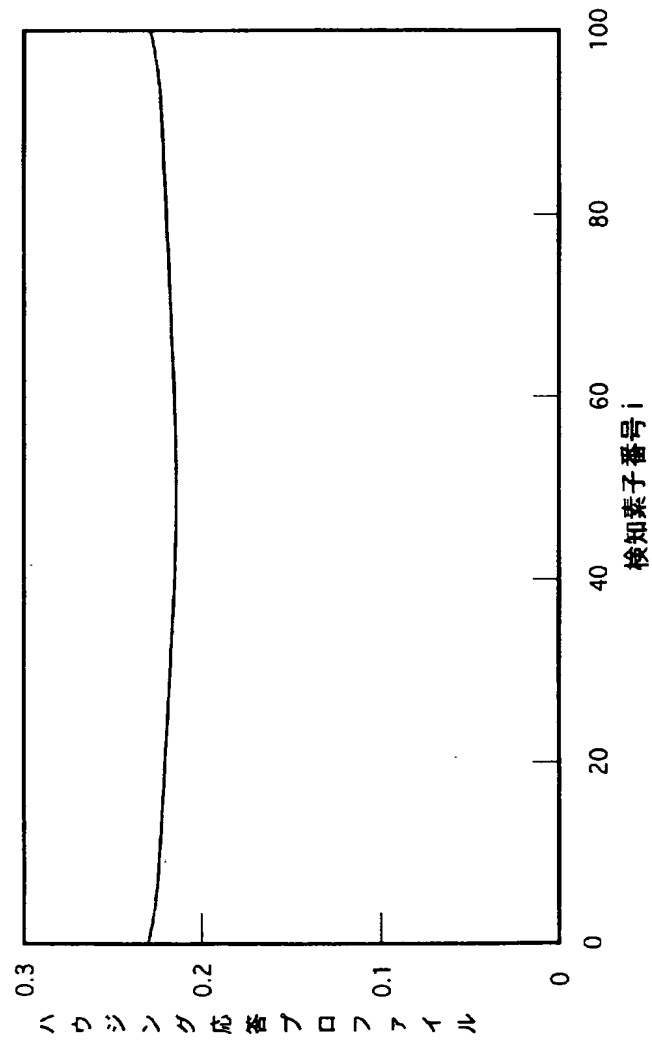
【図 1 2】

ハウジング応答プロファイル作成フローチャート



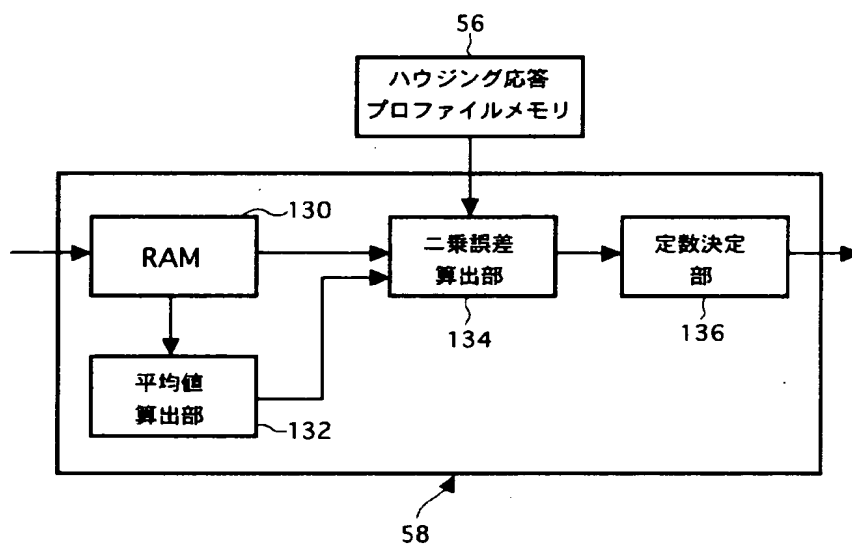
【図 1 3】

ハウジング応答プロファイルの一例



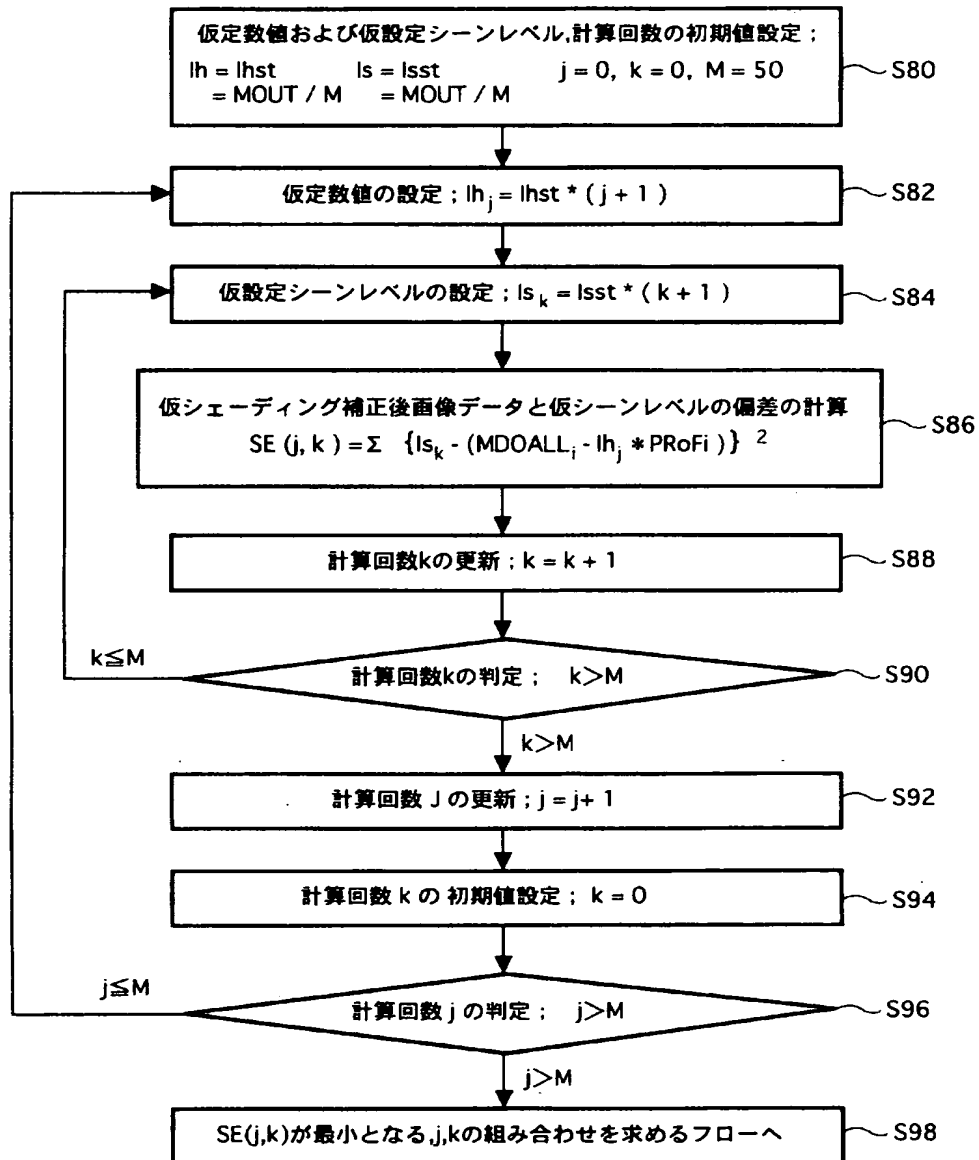
【図 1 4】

図3中のハウジング成分強度演算部



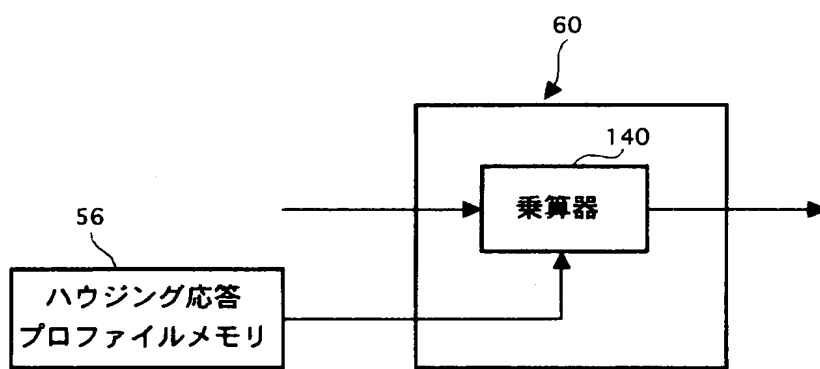
【図 1 5】

二乗誤差算出フローチャート



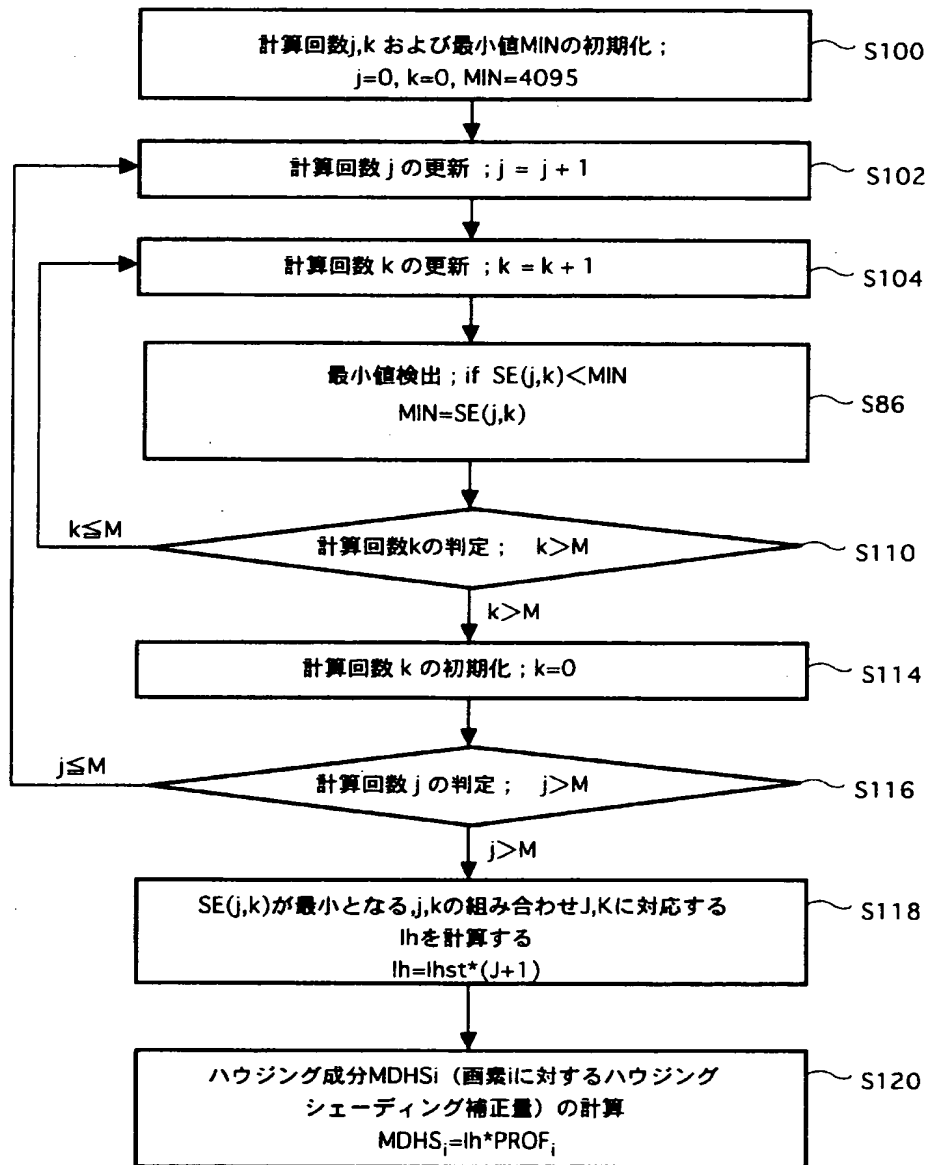
【図 1 6】

図3中のハウジングシェーディング補正量算出部



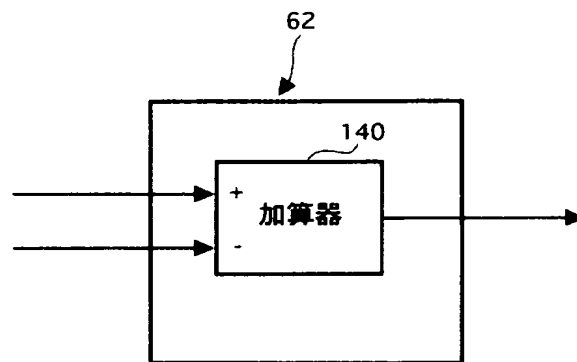
【図 17】

SE(j,k)が最小となる組み合わせ及びハウジングシェーディング
補正量算出のフローチャート



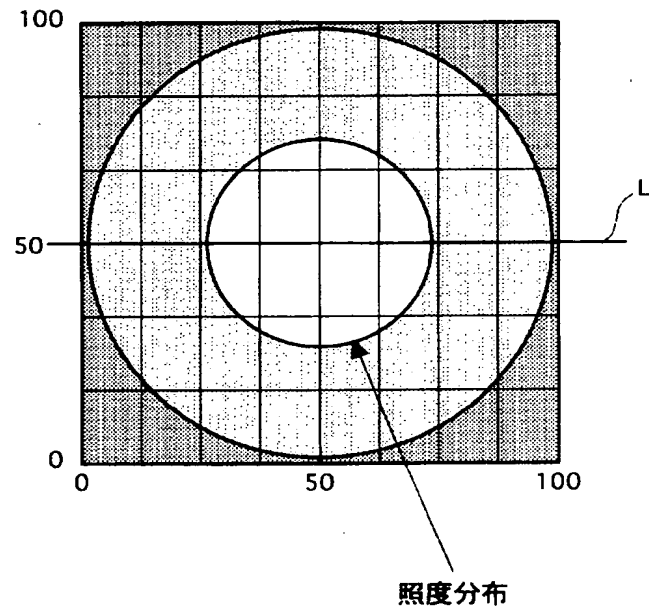
【図 1 8】

図3中のハウジングシェーディング補正演算部



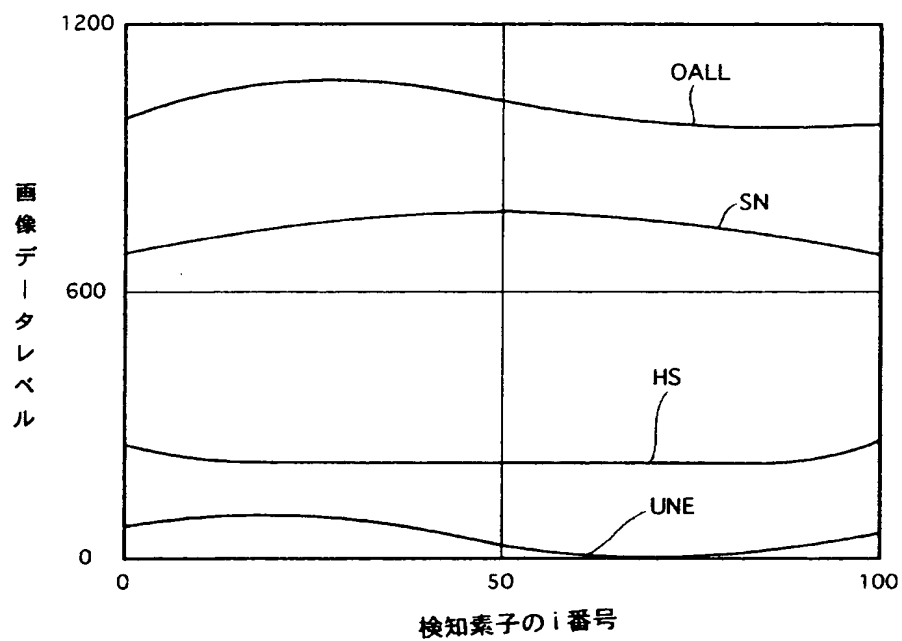
【図 1 9】

シーン一定の場合の赤外線センサの照度分布



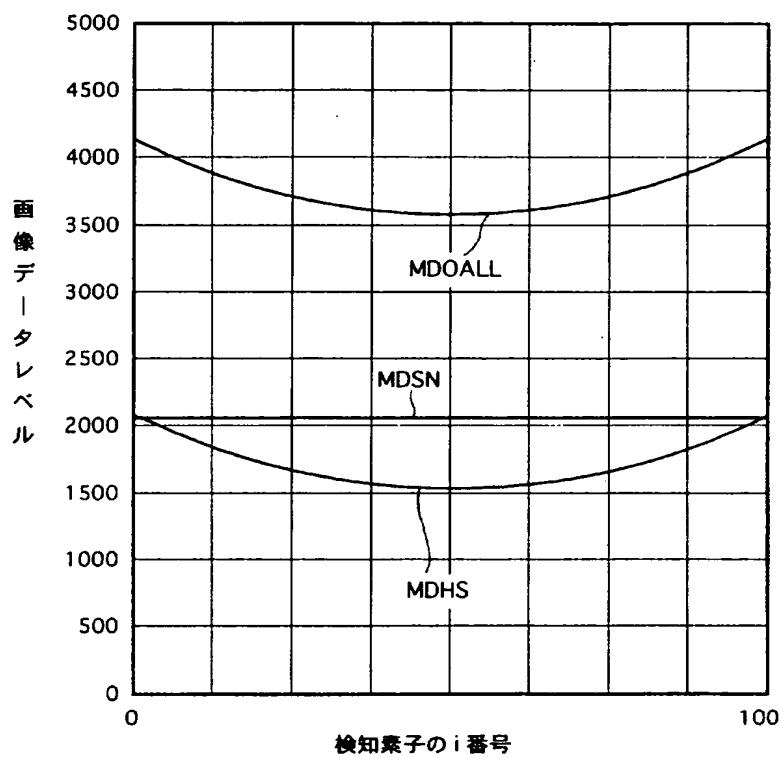
【図 2 0】

検知素子の出力に含まれる信号成分



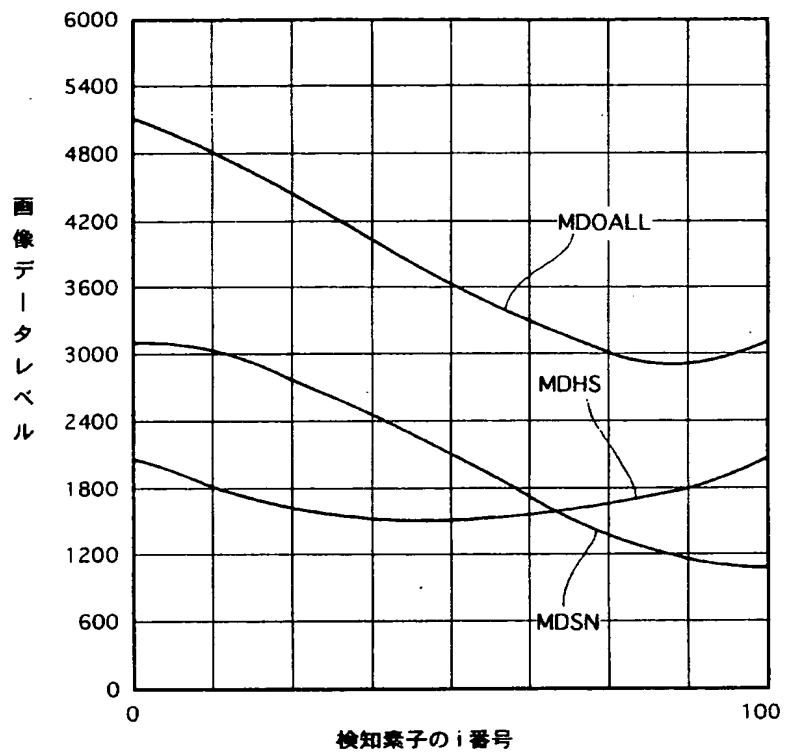
【図 2 1】

均一シーンの場合の感度補正画像データ



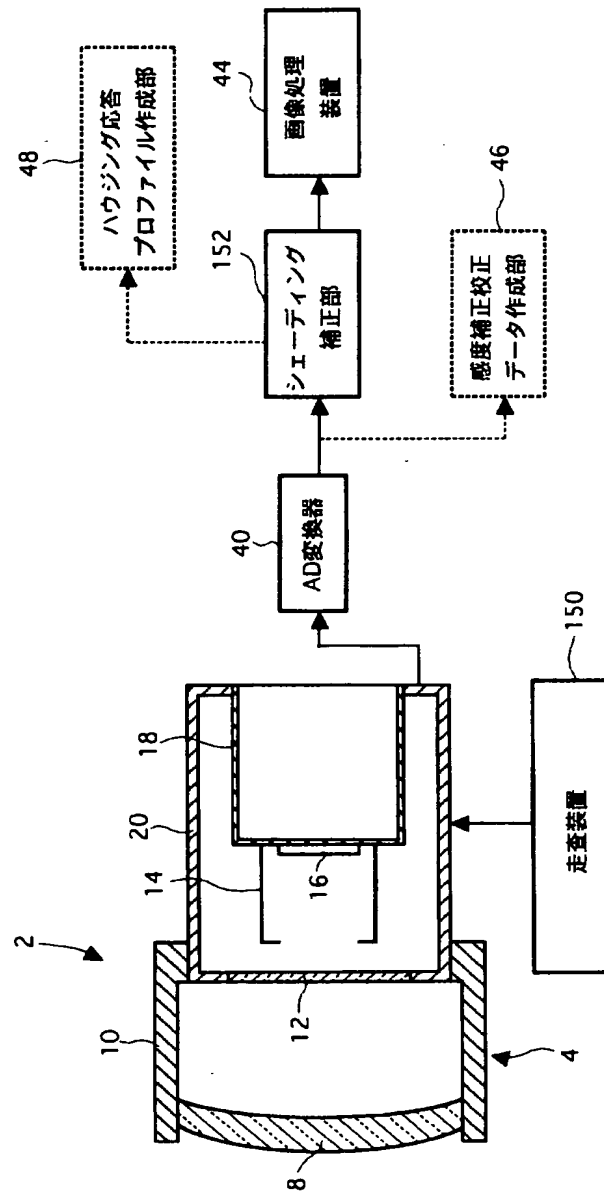
【図 2 2】

均一シーンでない場合の感度補正画像データ



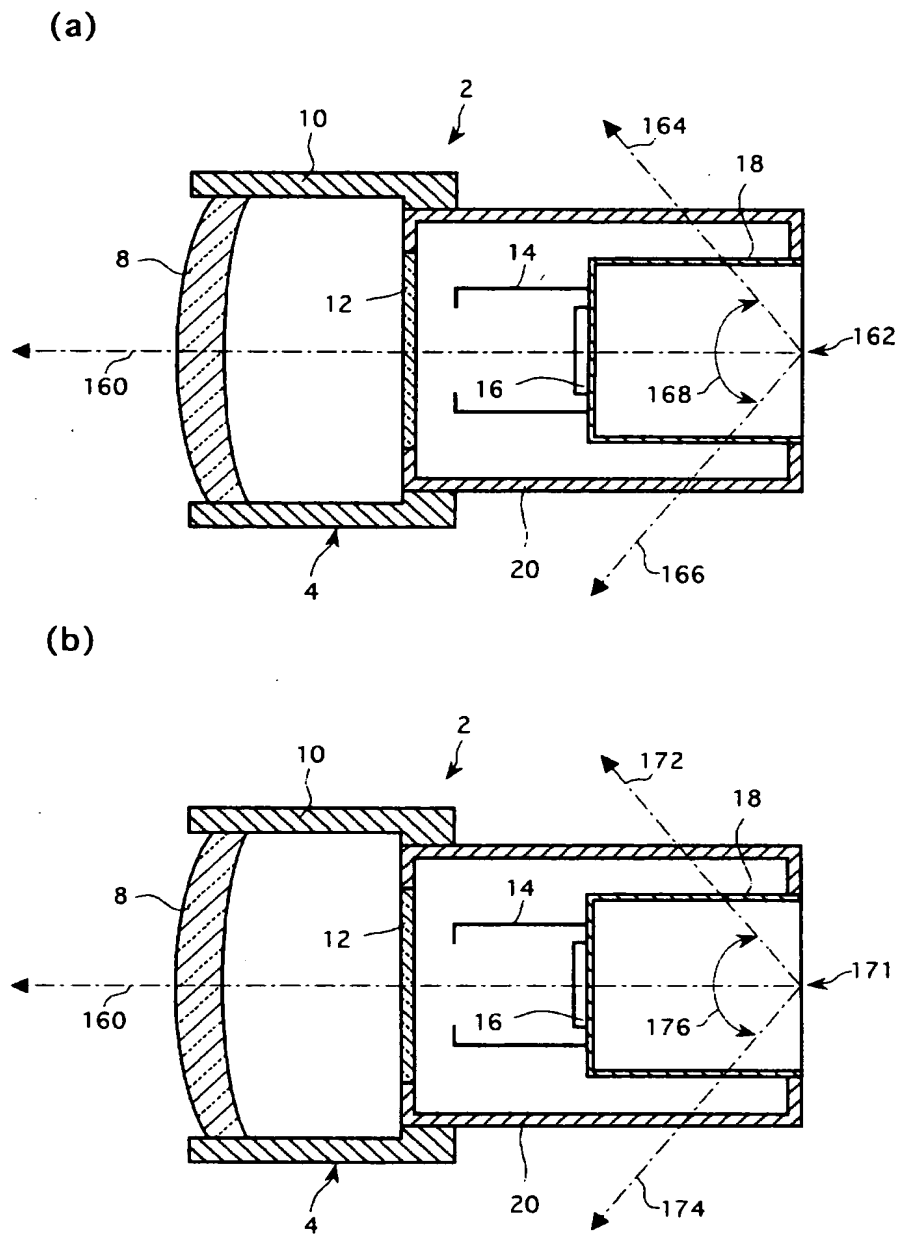
【図 23】

本発明の第2実施形態による赤外線撮像装置



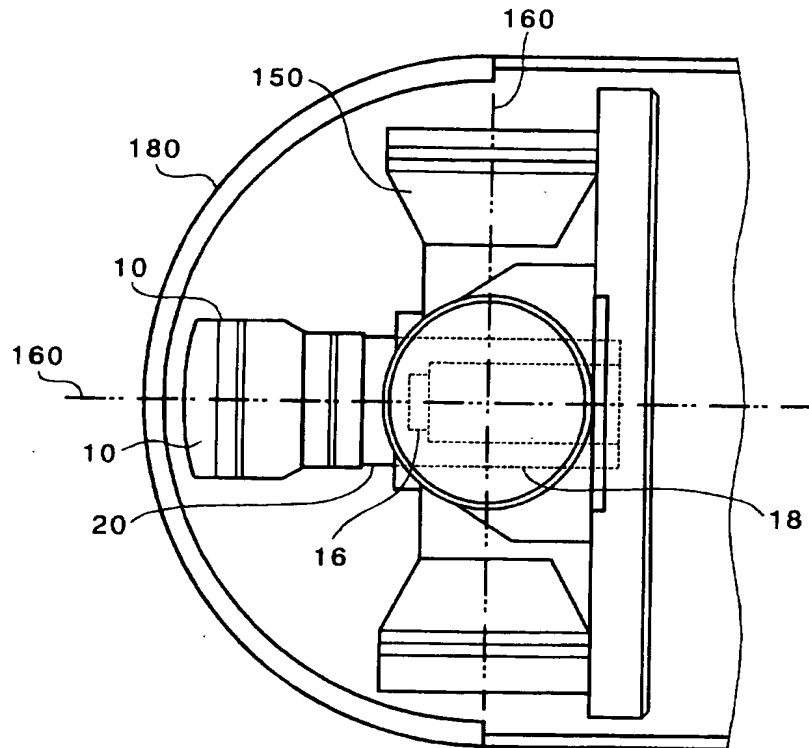
【図 24】

視軸の走査を示す図



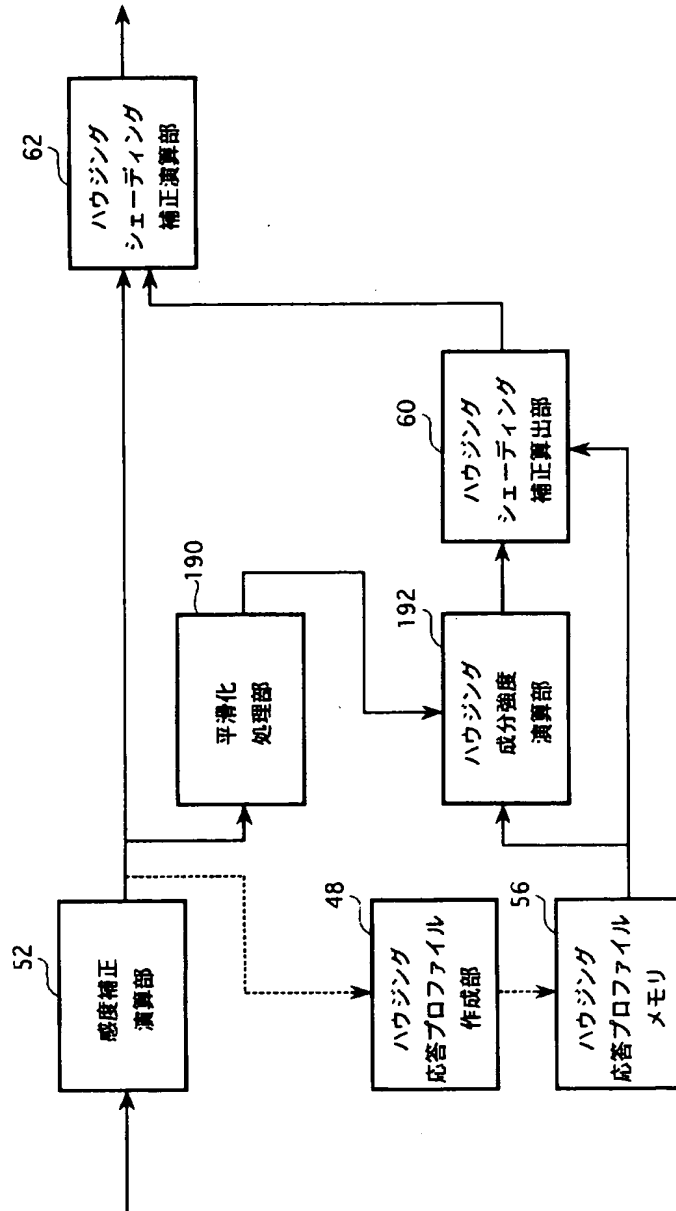
【図 2 5】

走査装置の一例



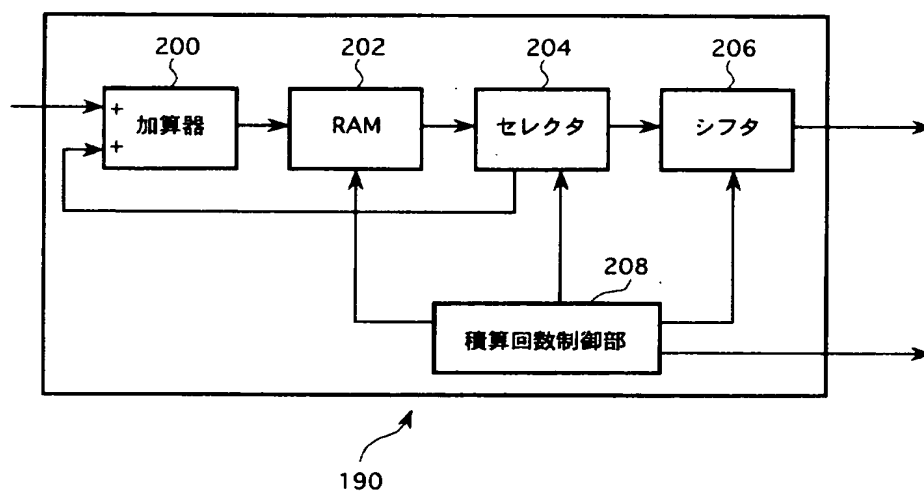
【図 2 6】

図23中のシェーディング補正部



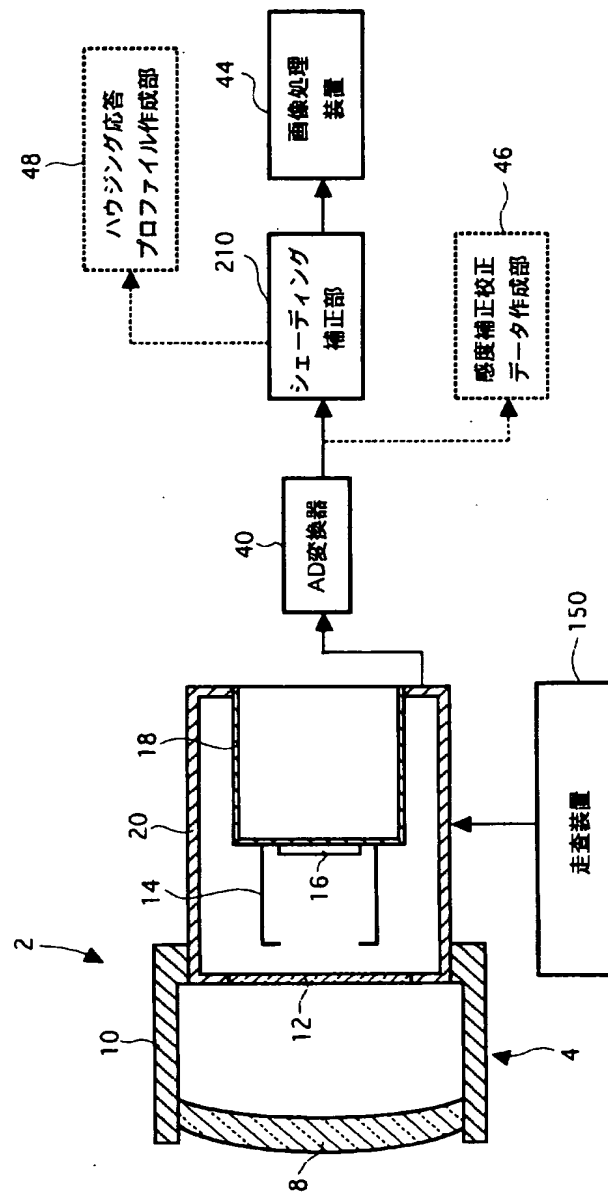
【図 2 7】

図26中の平滑化処理部



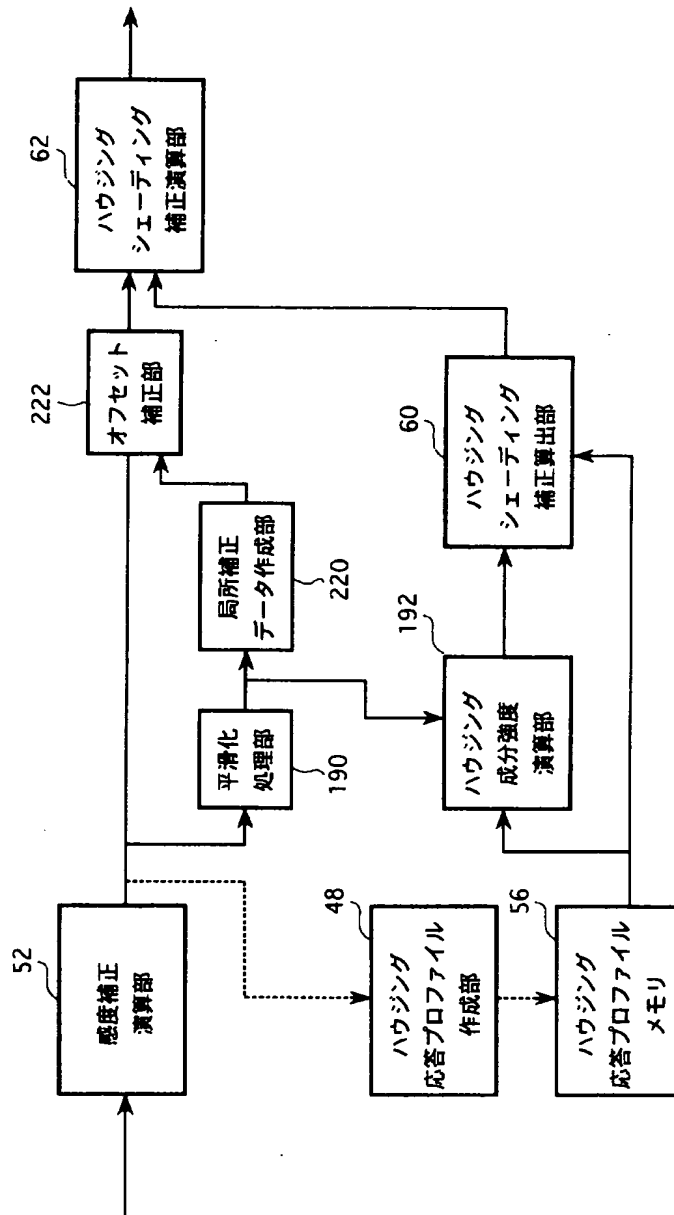
【図 28】

本発明の第3実施形態による赤外線撮像装置



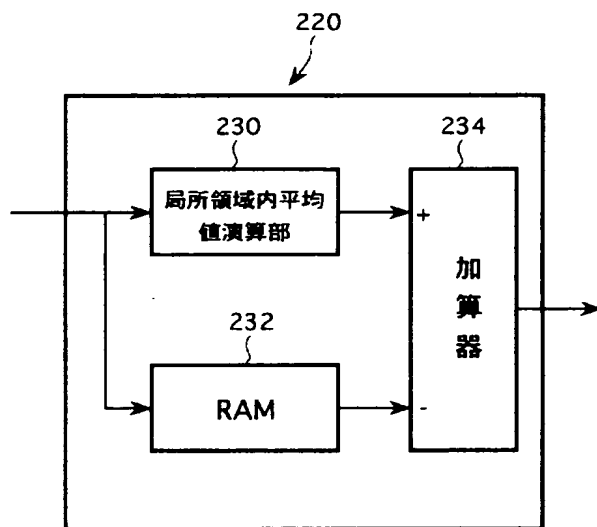
【圖 29】

図28中のシェーディング補正部



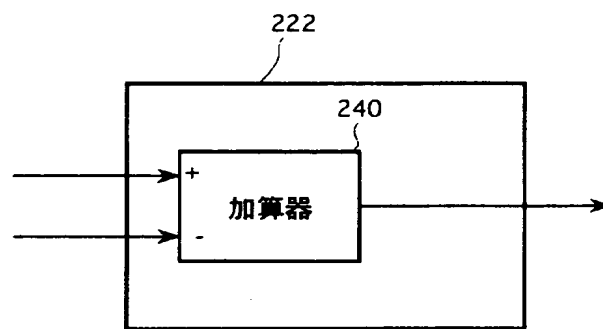
【図 3 0】

図29中の局所補正データ作成部



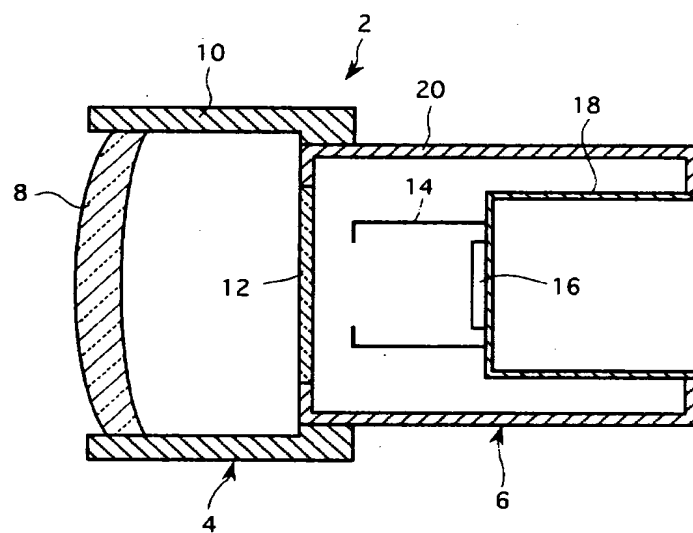
【図 3 1】

図29中のオフセット補正部



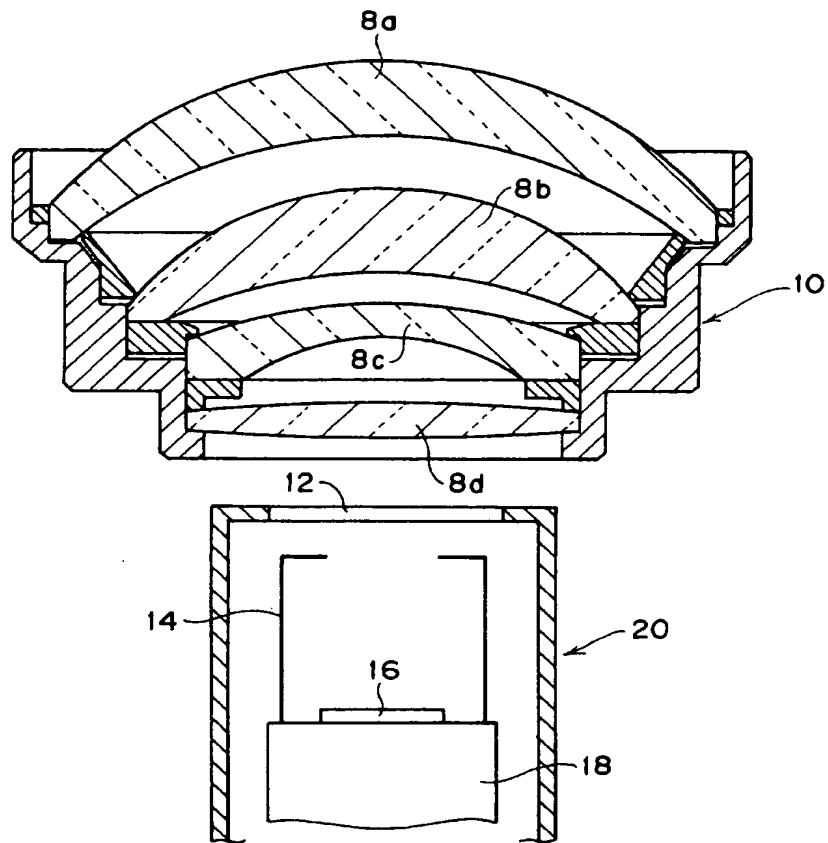
【図 32】

カメラヘッドの一般的構成



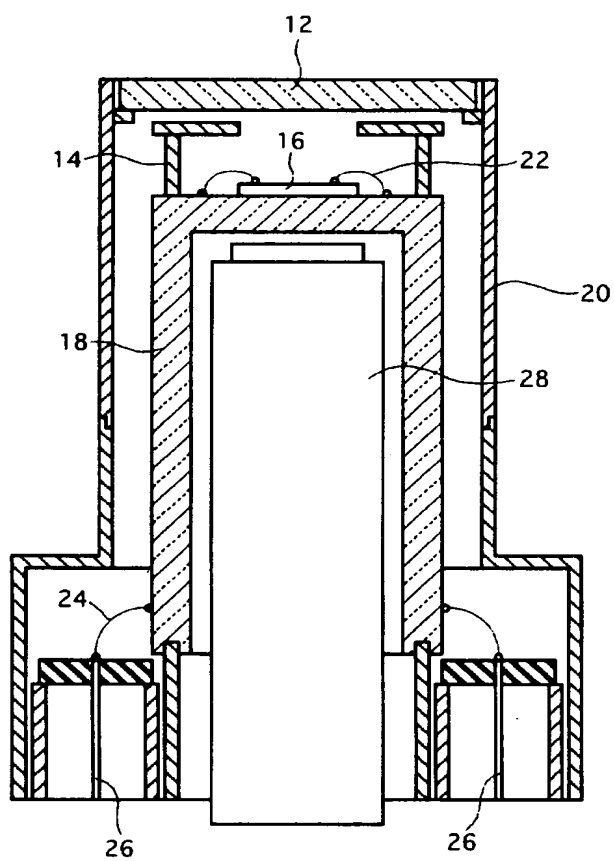
【図 33】

カメラヘッドの構成



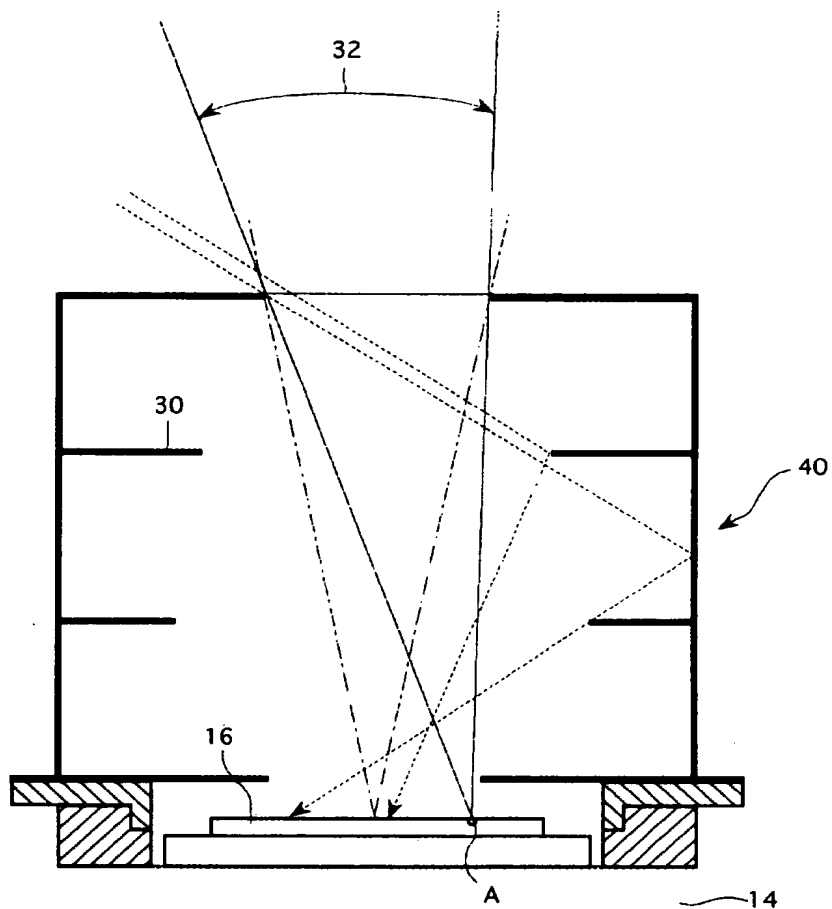
【図 3 4】

図32中の赤外線検知器



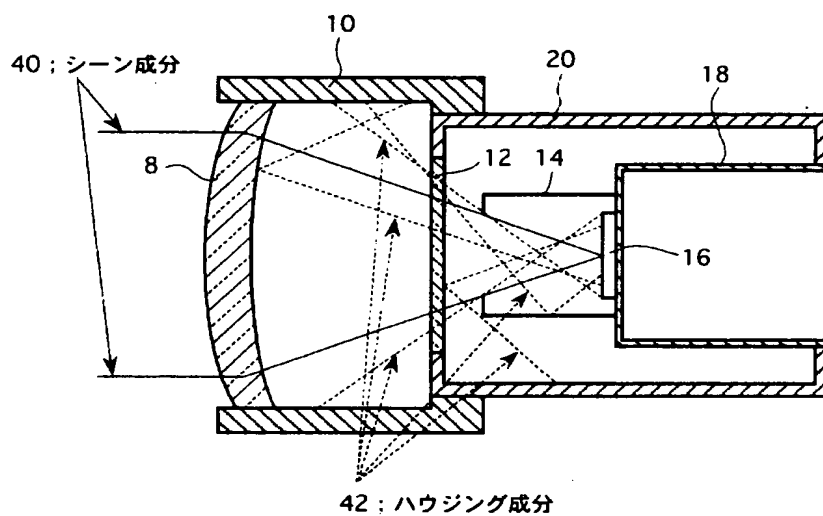
【図 3 5】

コールドシールドの役割を示す図



【図 36】

シェーディング成分を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 良好なシェーディング補正を行って、正確なシーン画像の再生を可能とする赤外線撮像装置を提供する。

【解決手段】 光学系と複数の赤外線検知素子と該複数の赤外線検知素子を収容する容器とを有するカメラヘッドにより撮像された画像データのシェーディング補正をする赤外線撮像装置において、均一シーンを撮像したとき画像データに含まれるシーン成分が一定となるように光学系シェーディング成分を補正して感度補正画像データを作成する第1補正部と、赤外線検知素子毎に、光学系及び容器より放射される赤外線によるハウジングシェーディング成分を補正するためのハウジング応答プロファイルを記憶する記憶部と、各赤外線検知素子についての感度補正画像データ及びハウジング応答プロファイルに基づいてハウジングシェーディング成分を補正してハウジングシェーディング補正画像データを作成する第2補正部とを具備して構成する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社